

## Sumari d'Annexos

Annex A.	Fulls de càlcul.....	2
Annex B.	Escombrat de variables pel disseny .....	87
Annex C.	Resposta del sistema .....	97
Annex D.	Fitxes tècniques de la instrumentació .....	117
Annex E.	Plànols de fabricació .....	125



## Annex A. Fulls de càlcul

En aquest Annex es recullen els fulls de càlcul complerts utilitzats en el decurs del projecte tant pel disseny dels elements estructurals i l'especificació de la instrumentació, com per la determinació del comportament de les diferents estructures a escala reduïda.

La relació dels fulls de càlcul desenvolupats en aquest Annex és la següent:

A 1.	Full de dimensionat i escombrat de variables .....	3
A 2.	Full de cas harmònic: 1 grau de llibertat.....	4
A 3.	Full de cas harmònic: Estructura de dos graus de llibertat amb bigues dobles d'alumini i tres columnes.....	5
A 4.	Cas harmònic: Estructura de tres graus de llibertat amb bigues simples d'acer.....	7
A 5.	Full de cas impulsional (ràfega de vent): Estructura de dos graus de llibertat amb bigues simples d'alumini .....	13
A 6.	Full de cas impulsional (ràfega de vent): Estructura de tres graus de llibertat amb bigues dobles d'acer .....	26
A 7.	Full de cas impulsional (explosió): Estructura de dos graus de llibertat amb bigues dobles d'acer i dues columnes.....	48
A 8.	Full del cas impulsional (explosió): Estructura de tres graus de llibertat amb bigues dobles d'acer .....	65



## A 1. Full de dimensionat i escombrat de variables

Full utilitzat a l'apartat 6.2.6 pel dimensionat dels elements constructius a partir d'un escombrat de variables (gruix i longitud de les columnes, longitud de les bigues, presència de motor), obtenint com a resposta els períodes propis, la fallida per vinclament i les tensions màximes a les columnes. Les taules de resultats es troben a l'Annex B.

Sistema. Variables d'entrada																					
Columnes	Gruix	0,7	mm																		
	Longitud	0,25	m																		
Bigues	Massa simple	1,270	kg ← → Selecció material {D4=E5 o E6}																		
	Longitud simple	0,24	1,27 kg (acer, en funció de longitud)																		
			0,50 kg (alumini, en funció de longitud)																		
Motor	Massa total	1,1	kg																		
	Situació:	3r pis	1																		
		2n pis	0																		
		1r pis	0																		
<p><b>Definició Estructura</b></p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table> <p>{Introduir '1' en aquells elements que es desitgi considerar i '0' en els que no}</p>					0	1	0	1	1		0	1	0	1	1		0	1	0	1	1
	0	1																			
0	1	1																			
	0	1																			
0	1	1																			
	0	1																			
0	1	1																			
Desplaçament màxim dels nodes 40 mm																					
Altres dades del sistema pel càlcul																					
Columnes	Massa	0,041	kg																		
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>																		
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>																		
Tensions màximes a les columnes																					
Límit elàstic ≥ 282,24 Mpa																					
Períodes propis																					
Si l'estructura té un pis:		T <sub>1</sub> =	0,620 s																		
Si l'estructura té dos pisos:		T <sub>1</sub> =	0,489 s																		
		T <sub>2</sub> =	1,766 s																		
Si l'estructura té tres pisos:		T <sub>1</sub> =	0,382 s																		
		T <sub>2</sub> =	0,660 s																		
		T <sub>3</sub> =	2,624 s																		
{Considerar únicament els valors de càlcul resultants per la situació definida en cada cas. És a dir, si s'ha definit una estructura de dos pisos, considerar només els resultats que apareixen per aquesta estructura i descartar el possibles valors que apareguin per la d'un i tres pisos}																					
Comprovació del vinclament																					
{Si en el quadre de determinació dels períodes propis, per a una estructura definida algun dels valors d'aquest períodes dona 'Error' significa que es produeix vinclament}																					

Fig. A 1. Full de dimensionat



## A 2. Full de cas harmònic: 1 grau de llibertat

Full utilitzat, en primer lloc, a l'apartat 6.3.1 pel dimensionat de l'excèntrica acoblada al motor per tal de simular l'excitació harmònica i, després, per obtenir la resposta dels sistemes d'un grau de llibertat a l'apartat 7.1.1. Es relaciona la freqüència pròpia i l'amplitud de resposta dels diferents sistemes amb les característiques del motor (freqüència d'excitació, massa excèntrica i distància a l'eix).

### Dades d'entrada

Columnnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
Motor excèntric	Massa total	1,1	kg
	Velocitat angular	11,8	s <sup>-1</sup>
	Mexc=	0,17	kg
	Dexc=	0,03	m

### Sistema

Biga simple acer	Massa	1,271	kg
	$\omega =$	8,3449167	s <sup>-1</sup>
	$T =$	0,75293565	s
Desplaçaments (cm)		$u = -1,03877648 \sin 11,8 t$	
Biga simple alumini	Massa	0,5	kg
	$\omega =$	11,2198396	s <sup>-1</sup>
	$T =$	0,5600067	s
Desplaçaments (cm)		$u = -6,81835262 \sin 11,8 t$	
Biga doble acer (2 col)	Massa	2,473	kg
	$\omega =$	5,51087407	s <sup>-1</sup>
	$T =$	1,14014315	s
Desplaçaments (cm)		$u = -0,57344319 \sin 11,8 t$	
Biga doble acer (3 col)	Massa	2,473	kg
	$\omega =$	8,31255674	s <sup>-1</sup>
	$T =$	0,75586676	s
Desplaçaments (cm)		$u = -0,68558199 \sin 11,8 t$	
Biga doble alumini (2 col)	Massa	0,947	kg
	$\omega =$	9,38685337	s <sup>-1</sup>
	$T =$	0,66936012	s
Desplaçaments (cm)		$u = -1,53148449 \sin 11,8 t$	
Biga doble alumini (3 col)	Massa	0,947	kg
	$\omega =$	12,4785225	s <sup>-1</sup>
	$T =$	0,50351997	s
Desplaçaments (cm)		$u = 4,09721654 \sin 11,8 t$	

Fig. A 2. Full d'excitació harmònica amb un grau de llibertat





### A 3. Full de cas harmònic: Estructura de dos graus de llibertat amb bigues dobles d'alumini i tres columnes

Full utilitzat a l'apartat 7.1.2 per obtenir la resposta del sistema un cop especificats tant els elements constructius com el sistema motor-excèntrica. En primer lloc es mostra el full d'interacció en que s'introdueixen les variables i s'obté la resposta. Tot seguit el full amb els càlculs necessaris.

#### Dades d'entrada

<b>Columnes</b>	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
<b>Bigues</b>	Massa	0,974	kg
<b>Motor excèntric</b>	Massa total	1,1	kg
	Velocitat angular	7,6	s <sup>-1</sup>
	Mexc=	0,24	kg
	Dexc=	0,03	m



Matriu de Masses [M]	1,097	0
	0	2,197

Matriu de Rigidesa [K]	583,29288	-317,4742
	-317,474208	317,47421

Freqüències i períodes pròpis	$\omega_1 = 7,5167754 \text{ s}^{-1}$	$T_1 = 0,836 \text{ s}$
	$\omega_2 = 24,894136 \text{ s}^{-1}$	$T_2 = 0,252 \text{ s}$

Matriu modal del sistema [ $\phi$ ]	0,377402211	0,8770089
	0,619715392	-0,266681

(Vectors modals del sistema per columnes)

Desplaçaments (cm)	U1 = 2,1772055 · sin ( 7,6 · t+ 4,4196 )
	U2 = 3,5682742 · sin ( 7,6 · t+ 4,4288 )

Fig. A 3. Full d'excitació harmònica

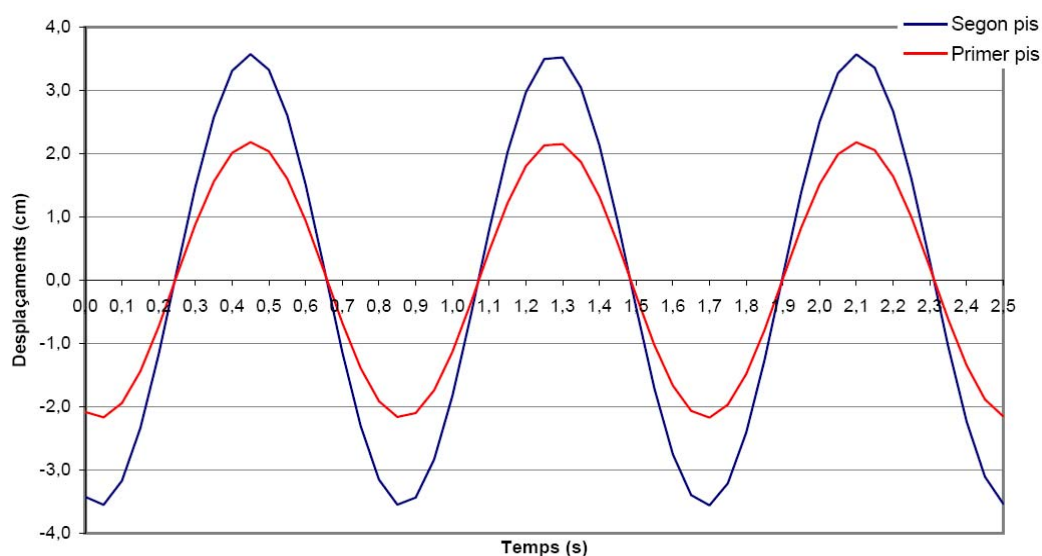


Fig. A 4. Gràfic de resposta del full d'excitació harmònica



**Dades**

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
Bigues	Massa	0,974	kg
Motor excèntric	Massa total	1,1	kg
	Velocitat angular	7,6	s <sup>-1</sup>
	Fo	0,415872	N
	Mexc=	0,24	kg
	Dexc=	0,03	m
Massa concentrada al primer pis		m1	1,1 kg
Massa concentrada al segon pis		m2	2,2 kg
		3,29	2,66E+02 N/m
Rigidesa de les columnes del primer pis		k1	3,17E+02 N/m
Rigidesa de les columnes del segon pis		k2	
Rigidesa geomètrica 1r pis		149,316048	N/m
Rigidesa geomètrica 2n pis		97,660512	N/m

**Equació característica:**

$$[K] - \omega^2 \cdot [M] = 0$$

$$m1 \cdot m2 \cdot \omega^4 - (m1 \cdot k2 + m2 \cdot k1 + a \cdot \omega^4 + b \cdot \omega^2 + c = 0$$

$$\omega_1^2 = 56,5 \text{ s}^{-1}$$

$$\omega_2^2 = 620 \text{ s}^{-1}$$

$$\begin{cases} a = 2,410109 \\ b = -1629,76 \\ c = 84390,57 \end{cases}$$

**Modes propis:**  $[[K] - \omega^2 \cdot [M]] \cdot \{a\} = 0$

Per  $\omega_1$

$$\begin{bmatrix} 521,310282 & -317 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \end{bmatrix} = 0$$

$$a_{11} = 1 \quad a_{21} = 1,642056$$

Per  $\omega_2$

$$\begin{bmatrix} -317,474208 & -1044 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{12} \\ a_{22} \end{bmatrix} = 0$$

$$a_{12} = 1 \quad a_{22} = -0,30408$$

$$\begin{bmatrix} 519,93016 & -317,474208 \\ -317,474208 & 190,575488 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U1 \\ U2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0,415872 \end{bmatrix}$$

U1 = -0,077484831 m      u1 = -0,0775 sin 7,6 t

U2 = -0,126897555 m      u2 = -0,1269 sin 7,6 t

**Solució amb esmorteïment**

Factor propor.  $a_0 = 0,01$

c1 = 2,6582 ( $a_0 \cdot k1$ )

c2 = 3,1747 ( $a_0 \cdot k2$ )

Sistema de 2 ecuaciones con coeficientes complejos:

$$\begin{bmatrix} C11 & C12 \\ C21 & C22 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U1 \\ U2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0,415872 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 519,93016+44,330208-24,11i & -317,474208-24,12888+24,11i \\ -317,474208-24,12888+24,11i & 190,575488-24,11i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U1 \\ U2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0,415872 \end{bmatrix}$$

U1 = 6,28340124530153E-003+2,08456532299263E-002i

U2 = -9,98320178222115E-003-3,42577546739749E-002i

**Fig. A 5. Càlculs del full d'excitació harmònica**



#### A 4. Cas harmònic: Estructura de tres graus de llibertat amb bigues simples d'acer

Full utilitzat a l'apartat 7.1.3 per obtenir la resposta del sistema un cop especificats tant els elements constructius com el sistema motor-excèntrica. En primer lloc es mostra el full d'interacció en que s'introdueixen les variables i s'obté la resposta. Tot seguit el full amb els càlculs necessaris. I finalment el de resolució de l'equació de tercer grau.

##### Dades d'entrada

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
Bigues	Massa	1,271	kg
Motor excèntric	Massa total	1,1	kg
	Velocitat angular	9,1	s <sup>-1</sup>
	Mexc=	0,015	kg
	Dexc=	0,045	m



Matriu de Masses [M]	1,353	0	0
	0	1,353	0
	0	0	2,453

Matriu de Rigidesa [K]	139,091472	-101,40077	0
	-101,400768	266,5116	-165,1108
	0	-165,11083	165,1108

Frequències i períodes pròpis	$\omega_1 = 2,39364055 \text{ s}^{-1}$	$T_1 = 2,625 \text{ s}$
	$\omega_2 = 9,51718622 \text{ s}^{-1}$	$T_2 = 0,66 \text{ s}$
	$\omega_3 = 16,4555142 \text{ s}^{-1}$	$T_3 = 0,382 \text{ s}$

Matriu modal del sistema $[\phi]$	0,427283235	0,71883339	0,324463
	0,553439004	0,11725981	-0,727249
	0,371511339	-0,3392231	0,240576

Desplaçaments (cm)	$u_1 = -0,4238524$	sin	9,1 t
	$u_2 = -0,1130663$	sin	9,1 t
	$u_3 = 0,34397901$	sin	9,1 t

Fig. A 6. Full d'excitació harmònica

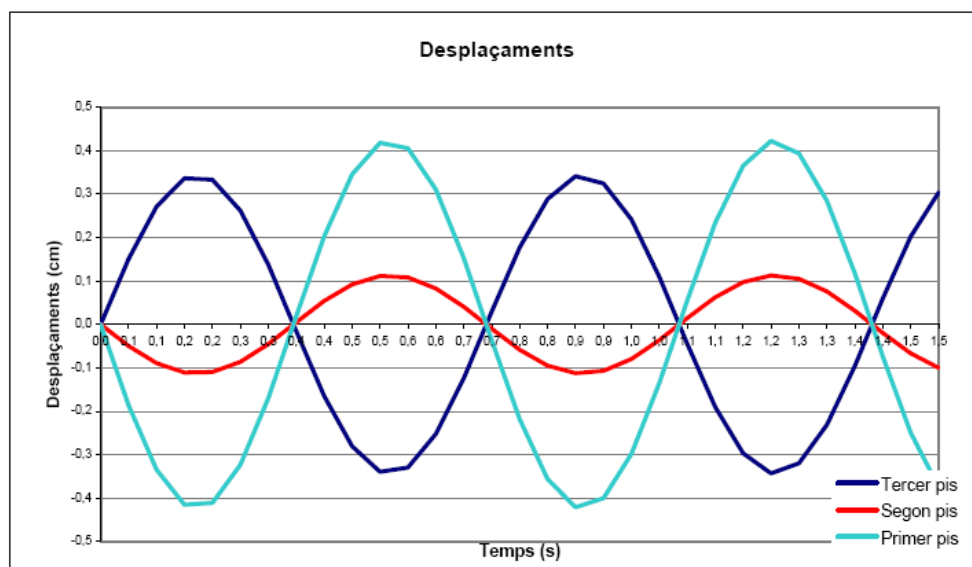
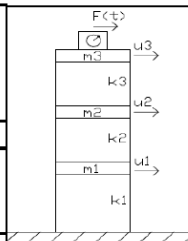


Fig. A 7. Gràfic de resposta del full d'excitació harmònica



**Dades**

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,1E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
Bigues	Massa	1,271	kg
Motor excèntric	Massa total	1,1	kg
	Velocitat angular	9,1	s <sup>-1</sup>
	Fo	0,05589675	N

**Motor excèntric**

Mexc= 0,015 kg

Dexc= 0,045 m

Massa concentrada al primer pis	m1	1,353	kg
Massa concentrada al segon pis	m2	1,353	kg
Massa concentrada al tercer pis	m3	2,453	kg

Rigidesa de les columnes del primer pis	k1	3,77E+01	N/m
Rigidesa de les columnes del segon pis	k2	1,01E+02	N/m
Rigidesa de les columnes del tercer pis	k3	1,65E+02	N/m

Rigidesa geomètrica 1r pis	239,065776	N/m
Rigidesa geomètrica 2n pis	175,355712	N/m
Rigidesa geomètrica 3r pis	111,645648	N/m

Equació característica:  $[K] - \omega^2 \cdot [M] = 0 \rightarrow$ 

$$a \cdot \omega^6 + b \cdot \omega^4 + c \cdot \omega^2 + d = 0$$

$$a = -4,490483877$$

$$b = 1648,413061$$

$$c = -119434,1842$$

$$d = 631031,5299$$

Solucions equació de tercer grau  $\omega_1^2 =$  5,7295

$$\omega_2^2 = 90,577$$

$$\omega_3^2 = 270,78$$

Modes propis:  $[[K] - \omega^2 \cdot [M]] \cdot \{a\} = 0$ 

$$\begin{array}{l} \text{Per } \omega_1 \\ \left| \begin{array}{ccc|c} 131,3394381 & -101,4 & 0 & a_{11} \\ -101,400768 & 258,76 & -165,1108 & a_{21} \\ 0 & -101,4 & 151,05633 & a_{31} \end{array} \right| \\ a_{11} = 1 \\ a_{21} = 1,2953 \\ a_{31} = 0,8695 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Per } \omega_2 \\ \left| \begin{array}{ccc|c} 16,54101614 & -101,4 & 0 & a_{12} \\ -101,400768 & 143,96 & -165,1108 & a_{22} \\ 0 & -165,11 & -57,07414 & a_{32} \end{array} \right| \\ a_{12} = 1 \\ a_{22} = 0,1631 \\ a_{32} = -0,4719 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Per } \omega_3 \\ \left| \begin{array}{ccc|c} -227,27921 & -101,4 & 0 & a_{13} \\ -101,400768 & -99,859 & -165,1108 & a_{23} \\ 0 & -165,11 & -499,1222 & a_{33} \end{array} \right| \\ a_{13} = 1 \\ a_{23} = -2,2414 \\ a_{33} = 0,7415 \end{array}$$

**Fig. A 8.** Càlculs del full d'excitació harmònica

**Equació de tercer grau**

$ax^3+bx^2+cx+d=0$

a	b	c	d
-4,490483877	1648,413061	-119434,1842	631031,53

**Solucions**

	Real	Im.
$x'$	270,7839486	0
$x''$	5,729515081	0
$x'''$	90,5768336	0

---

**Procediment**

$ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$

a	b	c	d
-4,490483877	1648,413061	-119434,1842	631031,53

$y^3 + py + q = 0$  ;  $x = y-b/(3a)$   $b/(3a) = -122,3634324$

p	q	Discriminant = $q^2/4 + p^3/27$
-18321,25407	-550253,559	-1,521E+11

**Discriminant < 0**

**Solucions**

Real	Imaginari	
275126,78	389971,8427	$-q/2 + [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$
275126,78	-389971,8427	$-q/2 - [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$

**Valors sota la 1ª arrel cúbica**

**Valors sota la 2ª arrel cúbica**

Real	Imaginari	Real	Imaginari	
74,21025807	24,49331109	74,21025807	-24,49331	$U'$
-58,31695867	52,02131316	-58,31695867	-52,02131	$U''$
-15,8932994	-76,5146243	-15,8932994	76,514624	$U'''$

**Primera solució**

Real	Im.	Real	Im.
74,21025807	24,49331109	74,21025807	-24,49331

$U^3 = 275126,7796 + 389971,8427i$   $V^3 = 275126,78 - 389971,8i$

$U' \cdot V' = 6107,084691 + 0i$   $U^3 + V^3 = 550253,56 + 0i$

**Segona solució**

Real	Im.	Real	Im.
-58,31695867	52,02131316	-58,31695867	-52,02131

$U'' = -58,31695867 + 52,02131316i$   $V'' = -58,31695867 - 52,02131i$

Fig. A 9. Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació harmònica



$U''' = 275126,7796 + 389971,8427i$        $V''' = 275126,78 + -389971,8i$

$U''' * V''' = 6107,084691 + 0i$        $U''' + V''' = 550253,56 + 0i$

**Tercera solució**

$U'''$  Real: -15,8932994      Im.: -76,5146243       $V'''$  Real: -15,8932994      Im.: 76,514624

$U'''^3$  Real: 275126,7796      Im.: 389971,8427       $V'''^3$  Real: 275126,78      Im.: -389971,8

$U'''^3 * V'''^3 = 6107,084691 + 0i$        $U'''^3 + V'''^3 = 550253,56 + 0i$

$U * V$  ha de ser igual a  $-P/3$       = 6107,08469

$U^3 + V^3$  ha de ser igual a  $-q$       = 550253,559

**Recalculant:**

$y'$  Real: 148,4205161      Im.: 0       $x'$  Real: 270,78395      Im.: 0

$y''$  Real: -116,633917      Im.: 0       $x''$  Real: 5,7295151      Im.: 0

$y'''$  Real: -31,7865988      Im.: 0       $x'''$  Real: 90,576834      Im.: 0

**S'ha de comprovar:**

$x' + x'' + x''' = -b/a = 367,0902972$        $x' + x'' + x''' = 367,0903 + 0i$

$x'x'' + x'x''' + x''x''' = c/a = 26597,1747$        $x'x'' + x'x''' + x''x''' = 26597,175 + 0i$

$x'x''x''' = -d/a = 140526,3992$        $x'x''x''' = 140526,4 + 0i$

**Verificació de les solucions trobades**

$a = -4,490483877$        $b = 1648,41306$        $c = -119434,1842$        $d = 631031,53$

**S'ha de cumplir:**  $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$

**Verificació de la 1ª solució**

Real: -89158323,14 + 120868152 + -32340859,98 + 631031,53 = 1,676E-08

Imaginari: 0 + 0 + 0 + 0 = 0

**Verificació de la 2ª solució**

Real: -844,5915694 + 54113,0211 + -684299,9594 + 631031,53 = -8,61E-09

Imaginari: 0 + 0 + 0 + 0 = 0

**Verificació de la 3ª solució**

Real: -3336910,395 + 13523849,1 + -10817970,23 + 631031,53 = -3,73E-09

Imaginari: 0 + 0 + 0 + 0 = 0

**Discriminant  $\geq 0$**

**Fig. A 10.** Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació harmònica



Valors sota la 1ª arrel cúbica	= <input type="text" value="Real"/>	$-q/2 + [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{1/2}$
Valors sota la 2ª arrel cúbica	= <input type="text" value="Real"/>	$-q/2 - [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{1/2}$

Real	Im.		Real	Im.	
<input type="text" value="#iVALOR!"/>	<input type="text" value="0"/>	= U'	<input type="text" value="#iVALOR!"/>	<input type="text" value="0"/>	= V'
<input type="text" value="#iVALOR!"/>	<input type="text" value="#iVALOR!"/>	= U''	<input type="text" value="#iVALOR!"/>	<input type="text" value="#iVALOR!"/>	= V''
<input type="text" value="#iVALOR!"/>	<input type="text" value="#iVALOR!"/>	= U'''	<input type="text" value="#iVALOR!"/>	<input type="text" value="#iVALOR!"/>	= V'''

**Primera solució**

U'	V'
Real	Real
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Im.	Im.
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
U' <sup>3</sup>	V' <sup>3</sup>
= <input type="text" value="Real"/>	= <input type="text" value="Real"/>
+ <input type="text" value="Im."/>	+ <input type="text" value="Im."/>
U' * V'	U' <sup>3</sup> + V' <sup>3</sup>
= <input type="text" value="Real"/>	= <input type="text" value="Real"/>
+ <input type="text" value="Im."/>	+ <input type="text" value="Im."/>

**Segona solució**

U''	V''
Real	Real
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Im.	Im.
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
U'' <sup>3</sup>	V'' <sup>3</sup>
= <input type="text" value="Real"/>	= <input type="text" value="Real"/>
+ <input type="text" value="Im."/>	+ <input type="text" value="Im."/>
U'' * V''	U'' <sup>3</sup> + V'' <sup>3</sup>
= <input type="text" value="Real"/>	= <input type="text" value="Real"/>
+ <input type="text" value="Im."/>	+ <input type="text" value="Im."/>

**Tercera solució**

U'''	V'''
Real	Real
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Im.	Im.
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
U''' <sup>3</sup>	V''' <sup>3</sup>
= <input type="text" value="Real"/>	= <input type="text" value="Real"/>
+ <input type="text" value="Im."/>	+ <input type="text" value="Im."/>
U''' * V'''	U''' <sup>3</sup> + V''' <sup>3</sup>
= <input type="text" value="Real"/>	= <input type="text" value="Real"/>
+ <input type="text" value="Im."/>	+ <input type="text" value="Im."/>

**Arrel cúbica a l'espai complex**

A + JB	= H (cos@ + jsen@)
A + JB	= <input type="text" value="Real"/> + <input type="text" value="Imaginari"/>
H	= <input type="text" value="477255,4693"/>
sen@	= <input type="text" value="0,817113407"/>
cos@	= <input type="text" value="0,576476955"/>
Vector al quadrant	<input type="text" value="1°"/>
Angle @ en radians	<input type="text" value="0,9563858"/>
Vector al quadrant	<input type="text" value=""/>
Angle @ en radians	<input type="text" value=""/>

Fig. A 11. Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació harmònica



Vector al quadrant

Angle @ en radians

@ en rad. =

$$H^*(\cos@ + j\text{sen}@) = (h^*(\cos(@/3+2k\pi/3) + j\text{sen}(@/3+2k\pi/3)))^3$$

$$h = 78,14783869$$

$$@/3 = 0,318795267$$

$$K = 0 \quad \text{sen}(@/3) = 0,313422758$$

$$K = 0 \quad \text{cos}(@/3) = 0,949613698$$

$$K = 1 \quad \text{sen}(@/3+2\pi/3) = 0,665678207$$

$$K = 1 \quad \text{cos}(@/3+2\pi/3) = -0,746238919$$

$$K = 2 \quad \text{sen}(@/3+4\pi/3) = -0,979100965$$

$$K = 2 \quad \text{cos}(@/3+4\pi/3) = -0,203374779$$

$$h^*(\cos(@/3+2k\pi/3) + j\text{sen}(@/3+2k\pi/3)) = a + jb$$

$$K = 0 \quad a' + jb' = 74,2102581 + j24,49331109$$

$$K = 1 \quad a'' + jb'' = -58,316959 + j52,02131316$$

$$K = 2 \quad a''' + jb''' = -15,893299 + j-76,51462426$$

$$\text{Suma de la part real} = -1,599E-14$$

Ha de ser igual a 0

$$\text{Suma de la part imaginària} = 0$$

Ha de ser igual a 0

$$A = a^3 - 3 \cdot a \cdot b^2$$

$$B = 3 \cdot a^2 \cdot b - b^3$$

$$A = 275126,7796$$

$$B = 389971,8427$$

$$A' = 275126,7796$$

$$B' = 389971,8427$$

$$A'' = 275126,7796$$

$$B'' = 389971,8427$$

$$A''' = 275126,7796$$

$$B''' = 389971,8427$$

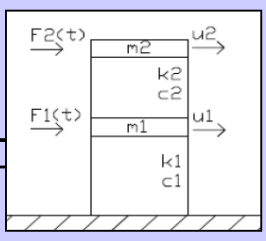
**Fig. A 12.** Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació harmònica





## A 5. Full de cas impulsional (ràfega de vent): Estructura de dos graus de llibertat amb bigues simples d'alumini

Full utilitzat a l'apartat 7.2.1 per obtenir la resposta del sistema un cop especificats tant els elements constructius com els paràmetres del sistema d'excitació. En primer lloc es mostra el full d'interacció en que s'introdueixen les variables i s'obté la resposta. Tot seguit el full amb els càlculs necessaris, incloent la iteració del mètode de Newmark.

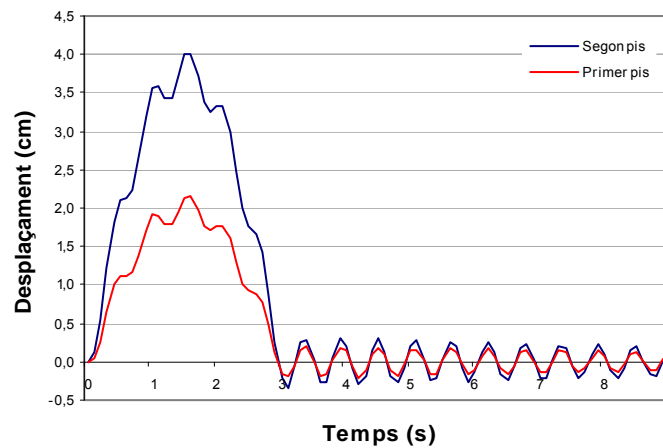
Dades d'entrada				
Columnnes	Massa	0,041	kg	
	Longitud	0,25	m	
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>	
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>	
Bigues	Esmorteïment	0,01		
	Massa	0,5	kg	
Força del vent (amplitud de la ona concentrada al cantell de la biga)	1r pis	0	N	
	2n pis	4,5	N	

Matriu de Masses [M]	$\begin{bmatrix} 0,582 & 0 \\ 0 & 0,582 \end{bmatrix}$
Matriu de Rigidesa [K]	$\begin{bmatrix} 479,019744 & -253,21248 \\ -253,21248 & 253,21248 \end{bmatrix}$
Frequències i períodes pròpis	
	$\omega_1 = 12,35728949 \text{ s}^{-1}$ $T_1 = 0,51 \text{ s}$ $\omega_2 = 33,24798288 \text{ s}^{-1}$ $T_2 = 0,19 \text{ s}$
Matriu modal del sistema:	
$[\Phi] =$	$\begin{bmatrix} 0,713615258 & 1,09953 \\ 1,099530046 & -0,713615 \end{bmatrix}$
$[\Phi]^T =$	$\begin{bmatrix} 0,713615258 & 1,09953 \\ 1,099530046 & -0,713615 \end{bmatrix}$
Matrius en base modal:	
$[M]_\phi =$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
$[K]_\phi =$	$\begin{bmatrix} 152,7026035 & 0 \\ 0 & 1105,428 \end{bmatrix}$
$[C]_\phi =$	$\begin{bmatrix} 0,24714579 & 0 \\ 0 & 0,66496 \end{bmatrix}$
Desplaçaments màxims (cm)	$U1 = 2,164343702$ $U2 = 4,012039101$
Velocitats màxims (cm/s)	$V1 = 4,671148267$ $V2 = 7,185576774$
Acceleracions màxims (cm/s <sup>2</sup> )	$A1 = 0,419349769$ $A2 = 0,606221361$

Fig. A 13. Full d'excitació impulsional: ràfega de vent





**Fig. A 14.** Gràfic de resposta del full d'excitació impulsional

**Dades**

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,1E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
	Esmorteïment	0,01	
Bigues	Massa	0,5	kg

Massa concentrada al primer pis	m1	0,582	kg
Massa concentrada al segon pis	m2	0,582	kg

Rigidesa de les columnes del primer pis	k1	2,26E+02	N/m
Rigidesa de les columnes del segon pis	k2	2,53E+02	N/m

Rigidesa geomètrica 1r pis	50,94922	N/m
Rigidesa geomètrica 2n pis	23,544	N/m

**Equació característica:**

$$[K] - \omega^2 \cdot [M] = 0$$

$$m1 \cdot m2 \cdot \omega^4 - (m1 \cdot k2 + m2 \cdot k1 + m2 \cdot k2) \cdot \omega^2 + k1 \cdot k2 = 0$$

$$a \cdot \omega^4 + b \cdot \omega^2 + c = 0$$

$$\left| \begin{array}{l} a = 0,338724 \\ b = -426,1591544 \\ c = 57177,21732 \end{array} \right|$$

$$\omega_1^2 = 152,7 \text{ s}^{-1}$$

$$\omega_2^2 = 1105,4 \text{ s}^{-1}$$

**Modes propis:**  $[[K] - \omega^2 \cdot [M]] \cdot \{a\} = 0$

Per  $\omega_1$

$$\left| \begin{array}{cc} 390,1468 & -253,21 \\ a11 & a21 \end{array} \right| = 0$$

$$a11 = 1 \quad a21 = 1,540788309$$

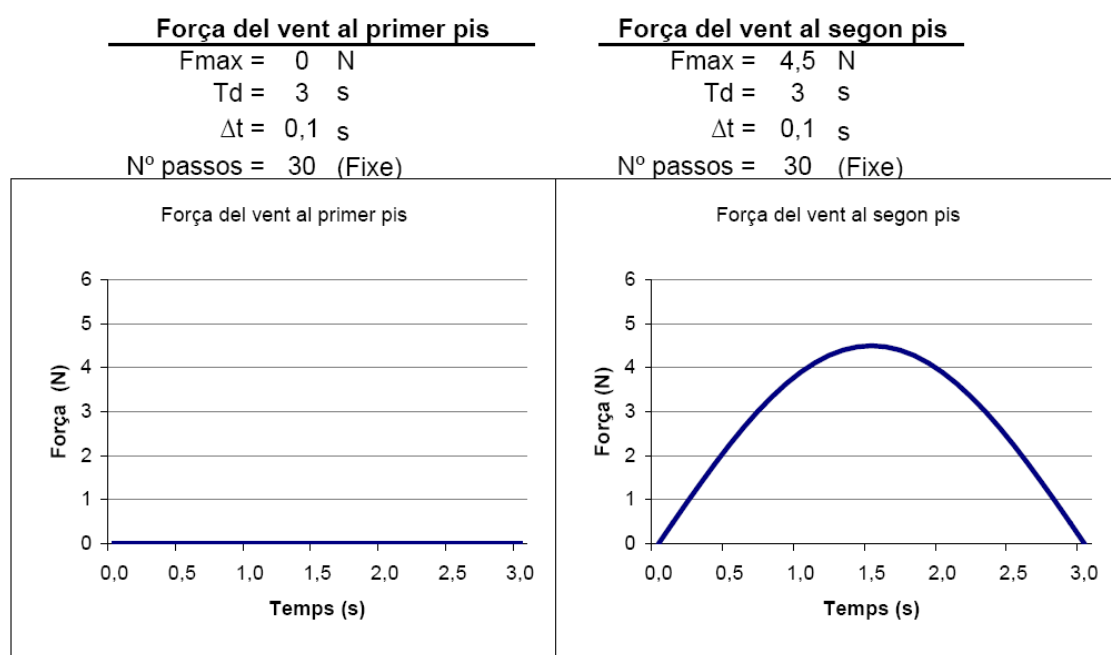
Per  $\omega_2$

$$\left| \begin{array}{cc} -253,2125 & -390,15 \\ a12 & a22 \end{array} \right| = 0$$

$$a12 = 1 \quad a22 = -0,649018424$$

**Fig. A 15.** Càlculs del full d'excitació impulsional



**Fig. A 16.** Model i dades de la ràfega de vent pel full d'excitació impulsional

**Equacions del moviment desacoplades**

$$m_1 \ddot{y}_1 + c_1 \dot{y}_1 + k_1 y_1 = P_1$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + c_2 \dot{y}_2 + k_2 y_2 = P_2$$

**Equació del moviment al primer pis**

$$m_1 = 1$$

$$c_1 = 0,247146$$

$$k_1 = 152,7026$$

$$P_1 = \{\phi_{11}\}^T \cdot F_1 + \{\phi_{12}\}^T \cdot F_2$$

**Equació del moviment al segon pis**

$$m_2 = 1$$

$$c_2 = 0,66495966$$

$$k_2 = 1105,42837$$

$$P_2 = \{\phi_{21}\}^T \cdot F_1 + \{\phi_{22}\}^T \cdot F_2$$

**Mètode iteratiu de Newmark (acceleració mitja)**

Constants d'iteració

$$\beta = 0,25$$

$$\delta = 0,5$$

Paràmetres d'iteració

$$T_d = 3 \text{ s}$$

$$\Delta t = 0,1 \text{ s}$$

$$N^\circ \text{ passos} = 30$$

(Paràmetre variable)

**Desplaçaments al primer pis (en base modal)**

$$m_1 \ddot{y}_1 + c_1 \dot{y}_1 + k_1 y_1 = P_1$$

**Desplaçaments al segon pis (en base modal)**

$$m_2 \ddot{y}_2 + c_2 \dot{y}_2 + k_2 y_2 = P_2$$

Temps (s)	$y_1$	$\dot{y}_1$	$\ddot{y}_1$	$P_{1+1}$	Temps (s)	$y_1$	$\dot{y}_1$	$\ddot{y}_1$	$P_{1+1}$
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,51719	0	0,00000	0,00000	0,00000	-0,33567
0,1	0,00093	0,01855	0,37098	1,02872	0,1	-0,00022	-0,00442	-0,08841	-0,66766
0,2	0,00452	0,05335	0,32497	1,52898	0,2	-0,00068	-0,00469	0,08310	-0,99234
0,3	0,01046	0,06538	-0,08426	2,01249	0,3	-0,00091	0,00005	0,01159	-1,30614
0,4	0,01577	0,04087	-0,40596	2,47394	0,4	-0,00110	-0,00385	-0,08955	-1,60563
0,5	0,01811	0,00592	-0,29311	2,90829	0,5	-0,00152	-0,00455	0,07557	-1,88754
0,6	0,01827	-0,00277	0,11935	3,31078	0,6	-0,00173	0,00035	0,02241	-2,14876
0,7	0,01922	0,02174	0,37092	3,67700	0,7	-0,00186	-0,00301	-0,08962	-2,38644
0,8	0,02278	0,04958	0,18572	4,00292	0,8	-0,00222	-0,00412	0,06743	-2,59797
0,9	0,02763	0,04744	-0,22852	4,28499	0,9	-0,00238	0,00087	0,03229	-2,78104
1	0,03076	0,01518	-0,41657	4,52012	1	-0,00243	-0,00196	-0,08875	-2,93364
1,1	0,03079	-0,01458	-0,17868	4,70572	1,1	-0,00270	-0,00346	0,05875	-3,05410
1,2	0,02943	-0,01276	0,21518	4,83976	1,2	-0,00280	0,00154	0,04109	-3,14109
1,3	0,02951	0,01447	0,32938	4,92078	1,3	-0,00276	-0,00076	-0,08708	-3,19368
1,4	0,03189	0,03308	0,04274	4,94789	1,4	-0,00293	-0,00264	0,04959	-3,21127
1,5	0,03450	0,01900	-0,32431	4,92078	1,5	-0,00295	0,00228	0,04870	-3,19368
1,6	0,03466	-0,01564	-0,36851	4,83976	1,6	-0,00281	0,00048	-0,08469	-3,14109
1,7	0,03206	-0,03641	-0,04695	4,70572	1,7	-0,00288	-0,00176	0,04005	-3,05410
1,8	0,02901	-0,02465	0,28230	4,52012	1,8	-0,00281	0,00300	0,05507	-2,93364
1,9	0,02790	0,00244	0,25951	4,28499	1,9	-0,00258	0,00167	-0,08169	-2,78104
2	0,02858	0,01129	-0,08264	4,00292	2	-0,00254	-0,00090	0,03025	-2,59797
2,1	0,02860	-0,01094	-0,36189	3,67700	2,1	-0,00241	0,00362	0,06019	-2,38644
2,2	0,02592	-0,04260	-0,27125	3,31078	2,2	-0,00209	0,00272	-0,07813	-2,14876
2,3	0,02120	-0,05186	0,08599	2,90829	2,3	-0,00196	-0,00017	0,02034	-1,88754
2,4	0,01702	-0,03172	0,31669	2,47394	2,4	-0,00177	0,00405	0,06407	-1,60563
2,5	0,01508	-0,00721	0,17356	2,01249	2,5	-0,00139	0,00355	-0,07406	-1,30614
2,6	0,01435	-0,00736	-0,17658	1,52898	2,6	-0,00119	0,00037	0,01048	-0,99234
2,7	0,01231	-0,03334	-0,34292	1,02872	2,7	-0,00096	0,00424	0,06679	-0,66766
2,8	0,00776	-0,05762	-0,14271	0,51719	2,8	-0,00054	0,00410	-0,06948	-0,33567
2,9	0,00215	-0,05465	0,20218	0,00000	2,9	-0,00030	0,00067	0,00085	0,00000
3	-0,00202	-0,02876	0,31544	0,00000	3	-0,00006	0,00414	0,06845	0,00000
3,1	-0,00298	0,00962	0,45216	0,00000	3,1	0,00014	-0,00008	-0,15283	0,00000
3,2	-0,00066	0,03678	0,09119	0,00000	3,2	-0,00007	-0,00399	0,07472	0,00000
3,3	0,00234	0,02318	-0,36326	0,00000	3,3	-0,00008	0,00379	0,08073	0,00000
3,4	0,00272	-0,01557	-0,41176	0,00000	3,4	0,00013	0,00040	-0,14841	0,00000
3,5	0,00011	-0,03658	-0,00838	0,00000	3,5	-0,00005	-0,00409	0,05855	0,00000
3,6	-0,00257	-0,01715	0,39703	0,00000	3,6	-0,00008	0,00341	0,09142	0,00000
3,7	-0,00239	0,02072	0,36037	0,00000	3,7	0,00013	0,00086	-0,14245	0,00000
3,8	0,00040	0,03522	-0,07036	0,00000	3,8	-0,00004	-0,00414	0,04252	0,00000
3,9	0,00271	0,01089	-0,41639	0,00000	3,9	-0,00009	0,00301	0,10046	0,00000
4	0,00201	-0,02494	-0,30020	0,00000	4	0,00012	0,00128	-0,13510	0,00000
4,1	-0,00088	-0,03282	0,14275	0,00000	4,1	-0,00002	-0,00414	0,02680	0,00000
4,2	-0,00275	-0,00460	0,42149	0,00000	4,2	-0,00010	0,00259	0,10784	0,00000
4,3	-0,00158	0,02815	0,23361	0,00000	4,3	0,00011	0,00166	-0,12651	0,00000
4,4	0,00131	0,02949	-0,20682	0,00000	4,4	-0,00001	-0,00409	0,01158	0,00000
4,5	0,00271	-0,00150	-0,41291	0,00000	4,5	-0,00010	0,00217	0,11354	0,00000
4,6	0,00112	-0,03029	-0,16306	0,00000	4,6	0,00010	0,00200	-0,11685	0,00000
4,7	-0,00167	-0,02540	0,26096	0,00000	4,7	0,00001	-0,00399	-0,00300	0,00000
4,8	-0,00258	0,00723	0,39163	0,00000	4,8	-0,00011	0,00174	0,11759	0,00000
4,9	-0,00065	0,03136	0,09102	0,00000	4,9	0,00009	0,00230	-0,10629	0,00000
5	0,00196	0,02071	-0,30396	0,00000	5	0,00002	-0,00385	-0,01679	0,00000
5,1	0,00237	-0,01243	-0,35899	0,00000	5,1	-0,00011	0,00131	0,12003	0,00000
5,2	0,00018	-0,03137	-0,01983	0,00000	5,2	0,00008	0,00256	-0,09500	0,00000
5,3	-0,00217	-0,01561	0,33504	0,00000	5,3	0,00003	-0,00367	-0,02967	0,00000
5,4	-0,00210	0,01697	0,31664	0,00000	5,4	-0,00011	0,00089	0,12090	0,00000

**Fig. A 17. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional**

5,5	0,00027	0,03039	-0,04826	0,00000	5,5	0,00007	0,00278	-0,08316	0,00000
5,6	0,00230	0,01028	-0,35383	0,00000	5,6	0,00004	-0,00346	-0,04153	0,00000
5,7	0,00178	-0,02073	-0,26642	0,00000	5,7	-0,00011	0,00048	0,12028	0,00000
5,8	-0,00068	-0,02849	0,11126	0,00000	5,8	0,00006	0,00295	-0,07094	0,00000
5,9	-0,00235	-0,00490	0,36038	0,00000	5,9	0,00005	-0,00321	-0,05227	0,00000
6	-0,00142	0,02363	0,21034	0,00000	6	-0,00011	0,00009	0,11826	0,00000
6,1	0,00105	0,02578	-0,16743	0,00000	6,1	0,00005	0,00308	-0,05850	0,00000
6,2	0,00233	-0,00035	-0,35511	0,00000	6,2	0,00006	-0,00294	-0,06184	0,00000
6,3	0,00103	-0,02563	-0,15050	0,00000	6,3	-0,00010	-0,00029	0,11493	0,00000
6,4	-0,00137	-0,02239	0,21533	0,00000	6,4	0,00004	0,00316	-0,04601	0,00000
6,5	-0,00223	0,00532	0,33882	0,00000	6,5	0,00007	-0,00265	-0,07018	0,00000
6,6	-0,00063	0,02671	0,08899	0,00000	6,6	-0,00010	-0,00064	0,11039	0,00000
6,7	0,00163	0,01846	-0,25388	0,00000	6,7	0,00003	0,00320	-0,03360	0,00000
6,8	0,00206	-0,00986	-0,31259	0,00000	6,8	0,00007	-0,00234	-0,07724	0,00000
6,9	0,00023	-0,02688	-0,02787	0,00000	6,9	-0,00009	-0,00097	0,10477	0,00000
7	-0,00183	-0,01416	0,28233	0,00000	7	0,00002	0,00320	-0,02144	0,00000
7,1	-0,00184	0,01385	0,27778	0,00000	7,1	0,00008	-0,00202	-0,08302	0,00000
7,2	0,00016	0,02619	-0,03095	0,00000	7,2	-0,00009	-0,00126	0,09819	0,00000
7,3	0,00195	0,00963	-0,30031	0,00000	7,3	0,00001	0,00316	-0,00965	0,00000
7,4	0,00157	-0,01719	-0,23595	0,00000	7,4	0,00008	-0,00170	-0,08750	0,00000
7,5	-0,00052	-0,02470	0,08571	0,00000	7,5	-0,00008	-0,00153	0,09077	0,00000
7,6	-0,00201	-0,00502	0,30779	0,00000	7,6	0,00000	0,00309	0,00165	0,00000
7,7	-0,00127	0,01981	0,18880	0,00000	7,7	0,00008	-0,00136	-0,09071	0,00000
7,8	0,00085	0,02250	-0,13488	0,00000	7,8	-0,00007	-0,00177	0,08265	0,00000
7,9	0,00200	0,00050	-0,30508	0,00000	7,9	-0,00001	0,00298	0,01235	0,00000
8	0,00094	-0,02166	-0,13810	0,00000	8	0,00008	-0,00103	-0,09267	0,00000
8,1	-0,00113	-0,01970	0,17719	0,00000	8,1	-0,00007	-0,00197	0,07396	0,00000
8,2	-0,00192	0,00380	0,29281	0,00000	8,2	-0,00002	0,00285	0,02234	0,00000
8,3	-0,00060	0,02272	0,08565	0,00000	8,3	0,00008	-0,00071	-0,09342	0,00000
8,4	0,00136	0,01642	-0,21165	0,00000	8,4	-0,00006	-0,00214	0,06483	0,00000
8,5	0,00179	-0,00775	-0,27185	0,00000	8,5	-0,00003	0,00268	0,03155	0,00000
8,6	0,00025	-0,02301	-0,03321	0,00000	8,6	0,00008	-0,00039	-0,09301	0,00000
8,7	-0,00154	-0,01279	0,23757	0,00000	8,7	-0,00005	-0,00227	0,05540	0,00000
8,8	-0,00161	0,01126	0,24334	0,00000	8,8	-0,00004	0,00249	0,03991	0,00000
8,9	0,00008	0,02255	-0,01754	0,00000	8,9	0,00008	-0,00009	-0,09151	0,00000
9	0,00165	0,00894	-0,25458	0,00000	9	-0,00004	-0,00237	0,04580	0,00000
9,1	0,00139	-0,01422	-0,20857	0,00000	9,1	-0,00004	0,00229	0,04736	0,00000
9,2	-0,00039	-0,02139	0,06508	0,00000	9,2	0,00008	0,00021	-0,08899	0,00000
9,3	-0,00171	-0,00501	0,26259	0,00000	9,3	-0,00003	-0,00244	0,03614	0,00000
9,4	-0,00113	0,01657	0,16897	0,00000	9,4	-0,00005	0,00206	0,05386	0,00000
9,5	0,00068	0,01962	-0,10807	0,00000	9,5	0,00008	0,00048	-0,08554	0,00000
9,6	0,00171	0,00112	-0,26183	0,00000	9,6	-0,00002	-0,00247	0,02655	0,00000
9,7	0,00086	-0,01827	-0,12607	0,00000	9,7	-0,00005	0,00183	0,05938	0,00000
9,8	-0,00092	-0,01731	0,14537	0,00000	9,8	0,00007	0,00073	-0,08125	0,00000
9,9	-0,00166	0,00260	0,25277	0,00000	9,9	-0,00001	-0,00247	0,01713	0,00000
10	-0,00056	0,01931	0,08140	0,00000	10	-0,00006	0,00158	0,06391	0,00000
10,1	0,00113	0,01457	-0,17609	0,00000	10,1	0,00007	0,00096	-0,07620	0,00000
10,2	0,00156	-0,00604	-0,23614	0,00000	10,2	-0,00001	-0,00245	0,00800	0,00000
10,3	0,00027	-0,01967	-0,03647	0,00000	10,3	-0,00006	0,00133	0,06744	0,00000
10,4	-0,00129	-0,01151	0,19961	0,00000	10,4	0,00006	0,00117	-0,07051	0,00000
10,5	-0,00141	0,00911	0,21286	0,00000	10,5	0,00000	-0,00239	-0,00076	0,00000
10,6	0,00002	0,01939	-0,00727	0,00000	10,6	-0,00006	0,00107	0,06997	0,00000
10,7	0,00140	0,00825	-0,21554	0,00000	10,7	0,00006	0,00136	-0,06426	0,00000
10,8	0,00122	-0,01173	-0,18402	0,00000	10,8	0,00001	-0,00231	-0,00905	0,00000
10,9	-0,00029	-0,01851	0,04850	0,00000	10,9	-0,00007	0,00081	0,07154	0,00000
11	-0,00146	-0,00489	0,22378	0,00000	11	0,00005	0,00151	-0,05757	0,00000
11,1	-0,00101	0,01384	0,15083	0,00000	11,1	0,00002	-0,00221	-0,01681	0,00000
11,2	0,00054	0,01708	-0,08603	0,00000	11,2	-0,00007	0,00056	0,07218	0,00000
11,3	0,00147	0,00155	-0,22446	0,00000	11,3	0,00004	0,00164	-0,05054	0,00000
11,4	0,00078	-0,01540	-0,11458	0,00000	11,4	0,00002	-0,00208	-0,02397	0,00000
11,5	-0,00075	-0,01518	0,11886	0,00000	11,5	-0,00007	0,00032	0,07192	0,00000
11,6	-0,00143	0,00166	0,21797	0,00000	11,6	0,00004	0,00175	-0,04326	0,00000
11,7	-0,00053	0,01638	0,07657	0,00000	11,7	0,00003	-0,00194	-0,03047	0,00000
11,8	0,00094	0,01290	-0,14619	0,00000	11,8	-0,00006	0,00008	0,07081	0,00000
11,9	0,00135	-0,00465	-0,20488	0,00000	11,9	0,00003	0,00183	-0,03584	0,00000
12	0,00028	-0,01680	-0,03811	0,00000	12	0,00003	-0,00178	-0,03627	0,00000
12,1	-0,00108	-0,01033	0,16744	0,00000	12,1	-0,00006	-0,00015	0,06891	0,00000
12,2	-0,00123	0,00734	0,18595	0,00000	12,2	0,00002	0,00188	-0,02838	0,00000
12,3	-0,00003	0,01666	0,00045	0,00000	12,3	0,00004	-0,00160	-0,04134	0,00000
12,4	0,00118	0,00757	-0,18225	0,00000	12,4	-0,00006	-0,00036	0,06628	0,00000
12,5	0,00108	-0,00965	-0,16209	0,00000	12,5	0,00002	0,00191	-0,02096	0,00000
12,6	-0,00021	-0,01599	0,03526	0,00000	12,6	0,00004	-0,00142	-0,04565	0,00000
12,7	-0,00124	-0,00470	0,19049	0,00000	12,7	-0,00006	-0,00055	0,06300	0,00000
12,8	-0,00090	0,01154	0,13431	0,00000	12,8	0,00001	0,00191	-0,01368	0,00000
12,9	0,00042	0,01485	-0,06798	0,00000	12,9	0,00005	-0,00123	-0,04919	0,00000
13	0,00126	0,00184	-0,19223	0,00000	13	-0,00005	-0,00073	0,05914	0,00000
13,1	0,00070	-0,01296	-0,10372	0,00000	13,1	0,00000	0,00189	-0,00660	0,00000

Fig. A 18. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional





13,2	-0,00061	-0,01330	0,09683	0,00000	13,2	0,00005	-0,00104	-0,05197	0,00000
13,3	-0,00123	0,00093	0,18776	0,00000	13,3	-0,00005	-0,00090	0,05476	0,00000
13,4	-0,00049	0,01389	0,07142	0,00000	13,4	0,00000	0,00185	0,00018	0,00000
13,5	0,00077	0,01140	-0,12109	0,00000	13,5	0,00005	-0,00084	-0,05397	0,00000
13,6	0,00117	-0,00353	-0,17755	0,00000	13,6	-0,00004	-0,00104	0,04996	0,00000
13,7	0,00028	-0,01433	-0,03853	0,00000	13,7	-0,00001	0,00179	0,00662	0,00000
13,8	-0,00090	-0,00925	0,14023	0,00000	13,8	0,00005	-0,00064	-0,05523	0,00000
13,9	-0,00107	0,00588	0,16222	0,00000	13,9	-0,00004	-0,00116	0,04481	0,00000
14	-0,00006	0,01429	0,00614	0,00000	14	-0,00001	0,00171	0,01264	0,00000
14,1	0,00100	0,00691	-0,15390	0,00000	14,1	0,00005	-0,00045	-0,05577	0,00000
14,2	0,00095	-0,00792	-0,14253	0,00000	14,2	-0,00003	-0,00127	0,03939	0,00000
14,3	-0,00014	-0,01380	0,02476	0,00000	14,3	-0,00002	0,00161	0,01820	0,00000
14,4	-0,00105	-0,00447	0,16196	0,00000	14,4	0,00005	-0,00026	-0,05560	0,00000
14,5	-0,00080	0,00960	0,11933	0,00000	14,5	-0,00003	-0,00135	0,03377	0,00000
14,6	0,00033	0,01290	-0,05325	0,00000	14,6	-0,00002	0,00150	0,02325	0,00000
14,7	0,00107	0,00202	-0,16445	0,00000	14,7	0,00005	-0,00007	-0,05479	0,00000
14,8	0,00063	-0,01088	-0,09354	0,00000	14,8	-0,00002	-0,00141	0,02805	0,00000
14,9	-0,00050	-0,01163	0,07856	0,00000	14,9	-0,00003	0,00138	0,02777	0,00000
15	-0,00106	0,00037	0,16157	0,00000	15	0,00005	0,00010	-0,05335	0,00000
15,1	-0,00045	0,01176	0,06613	0,00000	15,1	-0,00002	-0,00145	0,02228	0,00000
15,2	0,00064	0,01006	-0,10005	0,00000	15,2	-0,00003	0,00125	0,03172	0,00000
15,3	0,00101	-0,00263	-0,15369	0,00000	15,3	0,00005	0,00027	-0,05136	0,00000
15,4	0,00027	-0,01221	-0,03804	0,00000	15,4	-0,00001	-0,00147	0,01654	0,00000
15,5	-0,00075	-0,00825	0,11723	0,00000	15,5	-0,00003	0,00111	0,03509	0,00000
15,6	-0,00093	0,00468	0,14134	0,00000	15,6	0,00004	0,00042	-0,04885	0,00000
15,7	-0,00009	0,01225	0,01021	0,00000	15,7	-0,00001	-0,00148	0,01091	0,00000
15,8	0,00084	0,00627	-0,12978	0,00000	15,8	-0,00003	0,00096	0,03786	0,00000
15,9	0,00083	-0,00647	-0,12513	0,00000	15,9	0,00004	0,00056	-0,04589	0,00000
16	-0,00009	-0,01190	0,01650	0,00000	16	0,00000	-0,00146	0,00543	0,00000
16,1	-0,00089	-0,00420	0,13755	0,00000	16,1	-0,00004	0,00081	0,04004	0,00000
16,2	-0,00071	0,00797	0,10579	0,00000	16,2	0,00004	0,00069	-0,04253	0,00000
16,3	0,00025	0,01119	-0,04128	0,00000	16,3	0,00000	-0,00143	0,00017	0,00000
16,4	0,00092	0,00210	-0,14053	0,00000	16,4	-0,00004	0,00066	0,04163	0,00000
16,5	0,00057	-0,00913	-0,08409	0,00000	16,5	0,00003	0,00080	-0,03884	0,00000
16,6	-0,00040	-0,01016	0,06345	0,00000	16,6	0,00001	-0,00139	-0,00482	0,00000
16,7	-0,00091	-0,00004	0,13888	0,00000	16,7	-0,00004	0,00050	0,04264	0,00000
16,8	-0,00041	0,00994	0,06085	0,00000	16,8	0,00003	0,00089	-0,03488	0,00000
16,9	0,00053	0,00886	-0,08245	0,00000	16,9	0,00001	-0,00133	-0,00949	0,00000
17	0,00087	-0,00191	-0,13290	0,00000	17	-0,00004	0,00035	0,04308	0,00000
17,1	0,00026	-0,01039	-0,03688	0,00000	17,1	0,00003	0,00097	-0,03070	0,00000
17,2	-0,00063	-0,00735	0,09783	0,00000	17,2	0,00001	-0,00125	-0,01381	0,00000
17,3	-0,00081	0,00369	0,12300	0,00000	17,3	-0,00004	0,00021	0,04299	0,00000
17,4	-0,00010	0,01049	0,01300	0,00000	17,4	0,00002	0,00104	-0,02637	0,00000
17,5	0,00071	0,00568	-0,10929	0,00000	17,5	0,00002	-0,00117	-0,01774	0,00000
17,6	0,00073	-0,00527	-0,10970	0,00000	17,6	-0,00004	0,00006	0,04239	0,00000
17,7	-0,00005	-0,01025	0,01006	0,00000	17,7	0,00002	0,00109	-0,02194	0,00000
17,8	-0,00076	-0,00392	0,11667	0,00000	17,8	0,00002	-0,00107	-0,02126	0,00000
17,9	-0,00062	0,00660	0,09360	0,00000	17,9	-0,00004	-0,00007	0,04131	0,00000
18	0,00019	0,00970	-0,03158	0,00000	18	0,00002	0,00112	-0,01749	0,00000
18,1	0,00078	0,00212	-0,11996	0,00000	18,1	0,00002	-0,00097	-0,02434	0,00000
18,2	0,00051	-0,00764	-0,07537	0,00000	18,2	-0,00004	-0,00020	0,03979	0,00000
18,3	-0,00032	-0,00886	0,05098	0,00000	18,3	0,00001	0,00114	-0,01305	0,00000
18,4	-0,00078	-0,00035	0,11925	0,00000	18,4	0,00002	-0,00086	-0,02697	0,00000
18,5	-0,00038	0,00839	0,05569	0,00000	18,5	-0,00003	-0,00032	0,03788	0,00000
18,6	0,00043	0,00779	-0,06774	0,00000	18,6	0,00001	0,00114	-0,00869	0,00000
18,7	0,00075	-0,00133	-0,11479	0,00000	18,7	0,00003	-0,00075	-0,02914	0,00000
18,8	0,00025	-0,00884	-0,03526	0,00000	18,8	-0,00003	-0,00043	0,03561	0,00000
18,9	-0,00052	-0,00653	0,08147	0,00000	18,9	0,00000	0,00113	-0,00445	0,00000
19	-0,00070	0,00289	0,10690	0,00000	19	0,00003	-0,00063	-0,03085	0,00000
19,1	-0,00011	0,00898	0,01479	0,00000	19,1	-0,00003	-0,00052	0,03303	0,00000
19,2	0,00059	0,00512	-0,09189	0,00000	19,2	0,00000	0,00111	-0,00037	0,00000
19,3	0,00064	-0,00428	-0,09603	0,00000	19,3	0,00003	-0,00052	-0,03211	0,00000
19,4	-0,00002	-0,00882	0,00510	0,00000	19,4	-0,00003	-0,00061	0,03019	0,00000
19,5	-0,00064	-0,00362	0,09884	0,00000	19,5	0,00000	0,00107	0,00350	0,00000
19,6	-0,00055	0,00545	0,08266	0,00000	19,6	0,00003	-0,00040	-0,03291	0,00000
19,7	0,00014	0,00839	-0,02377	0,00000	19,7	-0,00002	-0,00069	0,02714	0,00000
19,8	0,00067	0,00209	-0,10228	0,00000	19,8	-0,00001	0,00103	0,00712	0,00000
19,9	0,00045	-0,00639	-0,06737	0,00000	19,9	0,00003	-0,00028	-0,03328	0,00000
20	-0,00025	-0,00772	0,04072	0,00000	20	-0,00002	-0,00075	0,02392	0,00000
20,1	-0,00067	-0,00057	0,10229	0,00000	20,1	-0,00001	0,00097	0,01048	0,00000
20,2	-0,00034	0,00708	0,05072	0,00000	20,2	0,00003	-0,00017	-0,03324	0,00000
20,3	0,00035	0,00684	-0,05549	0,00000	20,3	-0,00002	-0,00080	0,02058	0,00000
20,4	0,00065	-0,00089	-0,09904	0,00000	20,4	-0,00001	0,00091	0,01354	0,00000
20,5	0,00023	-0,00750	-0,03334	0,00000	20,5	0,00003	-0,00006	-0,03279	0,00000
20,6	-0,00043	-0,00579	0,06771	0,00000	20,6	-0,00002	-0,00084	0,01717	0,00000
20,7	-0,00061	0,00224	0,09280	0,00000	20,7	-0,00002	0,00083	0,01627	0,00000
20,8	-0,00012	0,00767	0,01580	0,00000	20,8	0,00003	0,00005	-0,03198	0,00000

Fig. A 19. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



20,9	0,00050	0,00460	-0,07715	0,00000	20,9	-0,00001	-0,00086	0,01372	0,00000
21	0,00056	-0,00345	-0,08394	0,00000	21	-0,00002	0,00076	0,01867	0,00000
21,1	0,00000	-0,00758	0,00133	0,00000	21,1	0,00003	0,00015	-0,03083	0,00000
21,2	-0,00054	-0,00333	0,08363	0,00000	21,2	-0,00001	-0,00088	0,01029	0,00000
21,3	-0,00048	0,00449	0,07287	0,00000	21,3	-0,00002	0,00067	0,02073	0,00000
21,4	0,00010	0,00726	-0,01752	0,00000	21,4	0,00003	0,00024	-0,02937	0,00000
21,5	0,00057	0,00203	-0,08712	0,00000	21,5	-0,00001	-0,00088	0,00692	0,00000
21,6	0,00040	-0,00533	-0,06006	0,00000	21,6	-0,00002	0,00058	0,02243	0,00000
21,7	-0,00020	-0,00672	0,03230	0,00000	21,7	0,00002	0,00032	-0,02763	0,00000
21,8	-0,00057	-0,00072	0,08765	0,00000	21,8	0,00000	-0,00088	0,00363	0,00000
21,9	-0,00031	0,00596	0,04600	0,00000	21,9	-0,00002	0,00049	0,02377	0,00000
22	0,00029	0,00600	-0,04529	0,00000	22	0,00002	0,00040	-0,02565	0,00000
22,1	0,00056	-0,00054	-0,08536	0,00000	22,1	0,00000	-0,00086	0,00048	0,00000
22,2	0,00021	-0,00637	-0,03122	0,00000	22,2	-0,00002	0,00040	0,02476	0,00000
22,3	-0,00036	-0,00512	0,05615	0,00000	22,3	0,00002	0,00047	-0,02347	0,00000
22,4	-0,00053	0,00171	0,08047	0,00000	22,4	0,00000	-0,00083	-0,00252	0,00000
22,5	-0,00012	0,00655	0,01621	0,00000	22,5	-0,00002	0,00031	0,02541	0,00000
22,6	0,00042	0,00412	-0,06466	0,00000	22,6	0,00002	0,00053	-0,02112	0,00000
22,7	0,00048	-0,00277	-0,07328	0,00000	22,7	0,00001	-0,00080	-0,00534	0,00000
22,8	0,00002	-0,00651	-0,00148	0,00000	22,8	-0,00002	0,00022	0,02571	0,00000
22,9	-0,00046	-0,00305	0,07067	0,00000	22,9	0,00002	0,00058	-0,01864	0,00000
23	-0,00043	0,00369	0,06413	0,00000	23	0,00001	-0,00075	-0,00795	0,00000
23,1	0,00007	0,00627	-0,01254	0,00000	23,1	-0,00002	0,00013	0,02569	0,00000
23,2	0,00048	0,00194	-0,07411	0,00000	23,2	0,00001	0,00062	-0,01606	0,00000
23,3	0,00036	-0,00444	-0,05342	0,00000	23,3	0,00001	-0,00070	-0,01032	0,00000
23,4	-0,00016	-0,00584	0,02542	0,00000	23,4	-0,00002	0,00005	0,02537	0,00000
23,5	-0,00049	-0,00082	0,07502	0,00000	23,5	0,00001	0,00065	-0,01343	0,00000
23,6	-0,00028	0,00501	0,04157	0,00000	23,6	0,00001	-0,00065	-0,01245	0,00000
23,7	0,00023	0,00525	-0,03682	0,00000	23,7	-0,00002	-0,00003	0,02476	0,00000
23,8	0,00048	-0,00027	-0,07349	0,00000	23,8	0,00001	0,00067	-0,01077	0,00000
23,9	0,00020	-0,00539	-0,02901	0,00000	23,9	0,00001	-0,00059	-0,01432	0,00000
24	-0,00030	-0,00452	0,04646	0,00000	24	-0,00002	-0,00011	0,02389	0,00000
24,1	-0,00046	0,00129	0,06970	0,00000	24,1	0,00001	0,00068	-0,00811	0,00000
24,2	-0,00012	0,00558	0,01619	0,00000	24,2	0,00001	-0,00052	-0,01593	0,00000
24,3	0,00035	0,00369	-0,05411	0,00000	24,3	-0,00002	-0,00018	0,02277	0,00000
24,4	0,00042	-0,00221	-0,06389	0,00000	24,4	0,00000	0,00068	-0,00550	0,00000
24,5	0,00003	-0,00558	-0,00352	0,00000	24,5	0,00002	-0,00046	-0,01726	0,00000
24,6	-0,00039	-0,00278	0,05964	0,00000	24,6	-0,00002	-0,00025	0,02144	0,00000
24,7	-0,00037	0,00302	0,05635	0,00000	24,7	0,00000	0,00068	-0,00296	0,00000
24,8	0,00005	0,00541	-0,00860	0,00000	24,8	0,00002	-0,00039	-0,01831	0,00000
24,9	0,00041	0,00183	-0,06298	0,00000	24,9	-0,00002	-0,00031	0,01992	0,00000
25	0,00032	-0,00369	-0,04741	0,00000	25	0,00000	0,00066	-0,00051	0,00000
25,1	-0,00012	-0,00507	0,01981	0,00000	25,1	0,00002	-0,00032	-0,01910	0,00000
25,2	-0,00042	-0,00087	0,06414	0,00000	25,2	-0,00002	-0,00036	0,01824	0,00000
25,3	-0,00025	0,00421	0,03743	0,00000	25,3	0,00000	0,00064	0,00181	0,00000
25,4	0,00019	0,00459	-0,02981	0,00000	25,4	0,00002	-0,00025	-0,01961	0,00000
25,5	0,00041	-0,00006	-0,06320	0,00000	25,5	-0,00001	-0,00040	0,01643	0,00000
25,6	0,00018	-0,00456	-0,02678	0,00000	25,6	0,00000	0,00062	0,00400	0,00000
25,7	-0,00024	-0,00398	0,03833	0,00000	25,7	0,00002	-0,00018	-0,01986	0,00000
25,8	-0,00040	0,00095	0,06030	0,00000	25,8	-0,00001	-0,00044	0,01452	0,00000
25,9	-0,00011	0,00475	0,01583	0,00000	25,9	-0,00001	0,00058	0,00602	0,00000
26	0,00029	0,00329	-0,04519	0,00000	26	0,00002	-0,00011	-0,01986	0,00000
26,1	0,00037	-0,00176	-0,05563	0,00000	26,1	-0,00001	-0,00047	0,01253	0,00000
26,2	0,00004	-0,00478	-0,00495	0,00000	26,2	-0,00001	0,00055	0,00787	0,00000
26,3	-0,00033	-0,00252	0,05026	0,00000	26,3	0,00002	-0,00004	-0,01963	0,00000
26,4	-0,00033	0,00247	0,04943	0,00000	26,4	-0,00001	-0,00050	0,01050	0,00000
26,5	0,00003	0,00466	-0,00552	0,00000	26,5	-0,00001	0,00050	0,00953	0,00000
26,6	0,00035	0,00171	-0,05345	0,00000	26,6	0,00002	0,00002	-0,01917	0,00000
26,7	0,00028	-0,00306	-0,04199	0,00000	26,7	-0,00001	-0,00051	0,00844	0,00000
26,8	-0,00009	-0,00440	0,01527	0,00000	26,8	-0,00001	0,00046	0,01099	0,00000
26,9	-0,00036	-0,00089	0,05478	0,00000	26,9	0,00002	0,00008	-0,01850	0,00000
27	-0,00023	0,00353	0,03359	0,00000	27	-0,00001	-0,00052	0,00639	0,00000
27,1	0,00015	0,00400	-0,02402	0,00000	27,1	-0,00001	0,00041	0,01224	0,00000
27,2	0,00036	0,00009	-0,05430	0,00000	27,2	0,00002	0,00014	-0,01765	0,00000
27,3	0,00017	-0,00385	-0,02457	0,00000	27,3	0,00000	-0,00053	0,00437	0,00000
27,4	-0,00020	-0,00351	0,03155	0,00000	27,4	-0,00001	0,00036	0,01328	0,00000
27,5	-0,00034	0,00068	0,05211	0,00000	27,5	0,00001	0,00019	-0,01663	0,00000
27,6	-0,00011	0,00404	0,01523	0,00000	27,6	0,00000	-0,00052	0,00241	0,00000
27,7	0,00024	0,00292	-0,03768	0,00000	27,7	-0,00001	0,00030	0,01411	0,00000
27,8	0,00032	-0,00138	-0,04838	0,00000	27,8	0,00001	0,00023	-0,01547	0,00000
27,9	0,00005	-0,00409	-0,00590	0,00000	27,9	0,00000	-0,00051	0,00051	0,00000
28	-0,00027	-0,00228	0,04229	0,00000	28	-0,00001	0,00025	0,01473	0,00000
28,1	-0,00029	0,00200	0,04330	0,00000	28,1	0,00001	0,00027	-0,01418	0,00000
28,2	0,00001	0,00401	-0,00313	0,00000	28,2	0,00000	-0,00050	-0,00129	0,00000
28,3	0,00029	0,00159	-0,04531	0,00000	28,3	-0,00001	0,00019	0,01513	0,00000
28,4	0,00025	-0,00253	-0,03711	0,00000	28,4	0,00001	0,00031	-0,01279	0,00000
28,5	-0,00007	-0,00381	0,01159	0,00000	28,5	0,00000	-0,00048	-0,00299	0,00000

Fig. A 20. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



28,6	-0,00030	-0,00089	0,04674	0,00000	28,6	-0,00001	0,00014	0,01534	0,00000
28,7	-0,00020	0,00295	0,03007	0,00000	28,7	0,00001	0,00034	-0,01131	0,00000
28,8	0,00012	0,00349	-0,01924	0,00000	28,8	0,00000	-0,00045	-0,00456	0,00000
28,9	0,00030	0,00020	-0,04660	0,00000	28,9	-0,00001	0,00009	0,01535	0,00000
29	0,00015	-0,00325	-0,02243	0,00000	29	0,00001	0,00037	-0,00978	0,00000
29,1	-0,00016	-0,00308	0,02588	0,00000	29,1	0,00001	-0,00042	-0,00600	0,00000
29,2	-0,00030	0,00046	0,04499	0,00000	29,2	-0,00001	0,00004	0,01518	0,00000
29,3	-0,00010	0,00344	0,01448	0,00000	29,3	0,00001	0,00038	-0,00821	0,00000
29,4	0,00020	0,00259	-0,03135	0,00000	29,4	0,00001	-0,00039	-0,00729	0,00000
29,5	0,00028	-0,00108	-0,04203	0,00000	29,5	-0,00001	-0,00001	0,01484	0,00000
29,6	0,00005	-0,00350	-0,00648	0,00000	29,6	0,00001	0,00040	-0,00662	0,00000
29,7	-0,00023	-0,00205	0,03553	0,00000	29,7	0,00001	-0,00036	-0,00843	0,00000
29,8	-0,00025	0,00162	0,03788	0,00000	29,8	-0,00001	-0,00006	0,01433	0,00000
29,9	0,00000	0,00345	-0,00130	0,00000	29,9	0,00000	0,00040	-0,00504	0,00000
30	0,00025	0,00147	-0,03837	0,00000	30	0,00001	-0,00032	-0,00940	0,00000

**Fig. A 21.** Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



**Solució dels desplaçaments de l'estructura**Desfent el canvi de base:  $\{u_i\} = [\Phi] \cdot \{y_i\}$ 

	Desplaçaments del primer pis				Desplaçaments del segon pis			
	$X_1$	$X_1$ (cm)	$\ddot{X}_1$	$\ddot{X}_1$	$X_2$	$X_2$ (cm)	$\ddot{X}_2$	$\ddot{X}_2$
<b>Màxims</b>	<b>0,02164344</b>	<b>2,1643437</b>	<b>0,046711</b>	<b>0,41935</b>	<b>0,04012</b>	<b>4,012039</b>	<b>0,071856</b>	<b>0,606221</b>
<b>Temps (s)</b>								
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,1	0,00042	0,04188	0,00838	0,16753	0,00118	0,11775	0,02355	0,47100
0,2	0,00248	0,24835	0,03292	0,32327	0,00546	0,54550	0,06200	0,29802
0,3	0,00646	0,64649	0,04671	-0,04739	0,01215	1,21479	0,07186	-0,10092
0,4	0,01005	1,00472	0,02493	-0,38816	0,01812	1,81250	0,04769	-0,38247
0,5	0,01126	1,12550	-0,00078	-0,12608	0,02100	2,09969	0,00975	-0,37621
0,6	0,01114	1,11366	-0,00159	0,10982	0,02132	2,13197	-0,00330	0,11524
0,7	0,01167	1,16674	0,01221	0,16616	0,02246	2,24577	0,02606	0,47179
0,8	0,01382	1,38202	0,03085	0,20668	0,02663	2,66329	0,05745	0,15609
0,9	0,01710	1,71029	0,03480	-0,12757	0,03208	3,20823	0,05154	-0,27430
1	0,01928	1,92773	0,00868	-0,39485	0,03556	3,55636	0,01809	-0,39469
1,1	0,01900	1,90013	-0,01420	-0,06291	0,03579	3,57897	-0,01357	-0,23839
1,2	0,01792	1,79204	-0,00741	0,19874	0,03436	3,43554	-0,01512	0,20728
1,3	0,01802	1,80241	0,00949	0,13931	0,03442	3,44223	0,01646	0,42430
1,4	0,01953	1,95338	0,02071	0,08502	0,03716	3,71579	0,03825	0,01160
1,5	0,02137	2,13722	0,01606	-0,17789	0,04003	4,00339	0,01927	-0,39134
1,6	0,02164	2,16434	-0,01064	-0,35610	0,04012	4,01204	-0,01754	-0,34474
1,7	0,01972	1,97158	-0,02792	0,01053	0,03730	3,73043	-0,03878	-0,08020
1,8	0,01761	1,76056	-0,01429	0,26201	0,03390	3,39030	-0,02924	0,27109
1,9	0,01707	1,70701	0,00358	0,09537	0,03252	3,25158	0,00150	0,34364
2	0,01760	1,76023	0,00706	-0,02572	0,03324	3,32434	0,01306	-0,11245
2,1	0,01776	1,77641	-0,00383	-0,19207	0,03317	3,31657	-0,01461	-0,44086
2,2	0,01620	1,62025	-0,02740	-0,27948	0,03000	2,99963	-0,04878	-0,24249
2,3	0,01297	1,29727	-0,03719	0,08373	0,02471	2,47125	-0,05690	0,08004
2,4	0,01020	1,02039	-0,01818	0,29645	0,01998	1,99788	-0,03777	0,30249
2,5	0,00923	0,92328	-0,00124	0,04243	0,01757	1,75669	-0,01046	0,24369
2,6	0,00893	0,89287	-0,00484	-0,11449	0,01663	1,66255	-0,00836	-0,20164
2,7	0,00773	0,77301	-0,01913	-0,17127	0,01422	1,42234	-0,03968	-0,42472
2,8	0,00494	0,49432	-0,03661	-0,17824	0,00893	0,89253	-0,06628	-0,10733
2,9	0,00120	0,12001	-0,03826	0,14521	0,00258	0,25830	-0,06056	0,22170
3	-0,00151	-0,15117	-0,01598	0,30036	-0,00217	-0,21741	-0,03458	0,29799
3,1	-0,00197	-0,19721	0,00677	0,15463	-0,00337	-0,33716	0,01063	0,60622
3,2	-0,00054	-0,05403	0,02186	0,14724	-0,00068	-0,06755	0,04329	0,04694
3,3	0,00159	0,15880	0,02070	-0,17046	0,00263	0,26282	0,02278	-0,45703
3,4	0,00209	0,20896	-0,01067	-0,45703	0,00290	0,28970	-0,01741	-0,34684
3,5	0,00003	0,00259	-0,03060	0,05840	0,00016	0,01615	-0,03730	-0,05100
3,6	-0,00193	-0,19288	-0,00849	0,38384	-0,00277	-0,27678	-0,02129	0,37131
3,7	-0,00157	-0,15669	0,01573	0,10054	-0,00272	-0,27233	0,02217	0,49790
3,8	0,00025	0,02486	0,02058	-0,00346	0,00047	0,04696	0,04168	-0,10771
3,9	0,00183	0,18314	0,01107	-0,18668	0,00304	0,30450	0,00982	-0,52953
4	0,00157	0,15652	-0,01640	-0,36277	0,00212	0,21193	-0,02834	-0,23367
4,1	-0,00065	-0,06531	-0,02797	0,13134	-0,00095	-0,09540	-0,03313	0,13784
4,2	-0,00207	-0,20734	-0,00044	0,41935	-0,00296	-0,29560	-0,00691	0,38649
4,3	-0,00100	-0,09995	0,02191	0,02761	-0,00181	-0,18132	0,02977	0,34714
4,4	0,00092	0,09237	0,01655	-0,13486	0,00144	0,14424	0,03534	-0,23567
4,5	0,00182	0,18170	0,00132	-0,16982	0,00305	0,30500	-0,00319	-0,53502
4,6	0,00091	0,09119	-0,01942	-0,24484	0,00115	0,11535	-0,03474	-0,09591

**Fig. A 22.** Resposta del sistema per excitació impulsional

4,7	-0,00118	-0,11846	-0,02251	0,18292	-0,00184	-0,18375	-0,02508	0,28907
4,8	-0,00196	-0,19566	0,00707	0,40876	-0,00276	-0,27561	0,00671	0,34669
4,9	-0,00036	-0,03574	0,02491	-0,05192	-0,00078	-0,07788	0,03284	0,17592
5	0,00142	0,14158	0,01055	-0,23537	0,00214	0,21393	0,02552	-0,32223
5,1	0,00157	0,15718	-0,00743	-0,12421	0,00269	0,26851	-0,01461	-0,48038
5,2	0,00022	0,02217	-0,01957	-0,11861	0,00014	0,01384	-0,03633	0,04599
5,3	-0,00152	-0,15157	-0,01518	0,20647	-0,00241	-0,24054	-0,01455	0,38956
5,4	-0,00162	-0,16202	0,01309	0,35889	-0,00223	-0,22317	0,01802	0,26188
5,5	0,00027	0,02713	0,02474	-0,12588	0,00024	0,02409	0,03143	0,00628
5,6	0,00169	0,16852	0,00354	-0,29816	0,00250	0,25011	0,01377	-0,35941
5,7	0,00115	0,11490	-0,01426	-0,05786	0,00203	0,20331	-0,02314	-0,37877
5,8	-0,00042	-0,04184	-0,01709	0,00140	-0,00079	-0,07950	-0,03343	0,17296
5,9	-0,00162	-0,16243	-0,00703	0,19969	-0,00262	-0,26213	-0,00310	0,43355
6	-0,00113	-0,11280	0,01696	0,28013	-0,00148	-0,14802	0,02592	0,14688
6,1	0,00081	0,08088	0,02178	-0,18381	0,00112	0,11233	0,02615	-0,14235
6,2	0,00172	0,17234	-0,00348	-0,32141	0,00252	0,25164	0,00171	-0,34632
6,3	0,00062	0,06188	-0,01861	0,01897	0,00120	0,12033	-0,02798	-0,24749
6,4	-0,00094	-0,09368	-0,01250	0,10308	-0,00154	-0,15390	-0,02687	0,26960
6,5	-0,00152	-0,15180	0,00088	0,16462	-0,00250	-0,24955	0,00774	0,42262
6,6	-0,00056	-0,05561	0,01836	0,18489	-0,00062	-0,06173	0,02982	0,01907
6,7	0,00120	0,11964	0,01669	-0,21812	0,00177	0,17749	0,01802	-0,25517
6,8	0,00155	0,15506	-0,00961	-0,30800	0,00222	0,22175	-0,00917	-0,28858
6,9	0,00006	0,00577	-0,02025	0,09531	0,00032	0,03157	-0,02887	-0,10541
7	-0,00128	-0,12838	-0,00659	0,17790	-0,00202	-0,20202	-0,01785	0,32573
7,1	-0,00123	-0,12302	0,00766	0,10695	-0,00208	-0,20793	0,01667	0,36467
7,2	0,00002	0,00176	0,01730	0,08587	0,00024	0,02391	0,02970	-0,10410
7,3	0,00140	0,13998	0,01035	-0,22491	0,00214	0,21404	0,00833	-0,32332
7,4	0,00121	0,12107	-0,01413	-0,26459	0,00167	0,16723	-0,01769	-0,19699
7,5	-0,00046	-0,04613	-0,01931	0,16097	-0,00052	-0,05153	-0,02606	0,02947
7,6	-0,00144	-0,14363	-0,00019	0,22146	-0,00220	-0,22049	-0,00773	0,33725
7,7	-0,00081	-0,08140	0,01263	0,03499	-0,00145	-0,14538	0,02275	0,27232
7,8	0,00052	0,05233	0,01411	-0,00538	0,00098	0,09838	0,02600	-0,20729
7,9	0,00141	0,14109	0,00364	-0,20414	0,00221	0,22051	-0,00158	-0,34426
8	0,00076	0,07632	-0,01659	-0,20044	0,00097	0,09726	-0,02307	-0,08571
8,1	-0,00088	-0,08776	-0,01622	0,20777	-0,00119	-0,11939	-0,02026	0,14205
8,2	-0,00140	-0,13968	0,00584	0,23352	-0,00210	-0,20995	0,00215	0,30601
8,3	-0,00033	-0,03331	0,01544	-0,04160	-0,00072	-0,07178	0,02549	0,16084
8,4	0,00091	0,09071	0,00937	-0,07975	0,00154	0,15357	0,01958	-0,27898
8,5	0,00125	0,12462	-0,00258	-0,15930	0,00199	0,19928	-0,01044	-0,32143
8,6	0,00027	0,02746	-0,01685	-0,12597	0,00022	0,02199	-0,02502	0,02985
8,7	-0,00115	-0,11491	-0,01162	0,23045	-0,00165	-0,16531	-0,01244	0,22168
8,8	-0,00119	-0,11915	0,01078	0,21754	-0,00175	-0,17453	0,01060	0,23907
8,9	0,00015	0,01470	0,01600	-0,11313	0,00003	0,00270	0,02485	0,04602
9	0,00114	0,11354	0,00377	-0,13132	0,00185	0,18457	0,01152	-0,31260
9,1	0,00094	0,09425	-0,00763	-0,09676	0,00156	0,15586	-0,01726	-0,26313
9,2	-0,00019	-0,01910	-0,01504	-0,05141	-0,00049	-0,04879	-0,02367	0,13506
9,3	-0,00126	-0,12557	-0,00625	0,22712	-0,00186	-0,18596	-0,00377	0,26294
9,4	-0,00086	-0,08637	0,01409	0,17981	-0,00121	-0,12105	0,01675	0,14735
9,5	0,00057	0,05671	0,01452	-0,17117	0,00069	0,06882	0,02123	-0,05778
9,6	0,00120	0,11975	-0,00192	-0,15765	0,00190	0,18994	0,00300	-0,30683
9,7	0,00055	0,05500	-0,01103	-0,02467	0,00098	0,09794	-0,02139	-0,18100
9,8	-0,00058	-0,05790	-0,01155	0,01440	-0,00107	-0,10680	-0,01955	0,21781
9,9	-0,00120	-0,11997	-0,00087	0,19922	-0,00181	-0,18147	0,00462	0,26570
10	-0,00047	-0,04673	0,01551	0,12836	-0,00058	-0,05785	0,02010	0,04389
10,1	0,00088	0,08812	0,01146	-0,20945	0,00119	0,11932	0,01533	-0,13924
10,2	0,00110	0,11042	-0,00700	-0,15971	0,00172	0,17152	-0,00490	-0,26535

Fig. A 23. Resposta del sistema per excitació impulsional



10,3	0,00013	0,01252	-0,01258	0,04812	0,00034	0,03417	-0,02257	-0,08822
10,4	-0,00085	-0,08502	-0,00693	0,06492	-0,00146	-0,14618	-0,01350	0,26979
10,5	-0,00100	-0,10029	0,00387	0,15107	-0,00155	-0,15504	0,01172	0,23459
10,6	-0,00006	-0,00587	0,01501	0,07175	0,00006	0,00635	0,02056	-0,05793
10,7	0,00106	0,10608	0,00738	-0,22447	0,00150	0,14964	0,00810	-0,19113
10,8	0,00088	0,08841	-0,01091	-0,14127	0,00134	0,13391	-0,01125	-0,19588
10,9	-0,00028	-0,02770	-0,01231	0,11328	-0,00027	-0,02698	-0,02093	0,00227
11	-0,00098	-0,09839	-0,00183	0,09639	-0,00164	-0,16391	-0,00646	0,28713
11,1	-0,00070	-0,07027	0,00745	0,08915	-0,00112	-0,11225	0,01679	0,17784
11,2	0,00031	0,03101	0,01281	0,01797	0,00064	0,06359	0,01838	-0,14610
11,3	0,00110	0,10964	0,00292	-0,21575	0,00158	0,15816	0,00054	-0,21074
11,4	0,00058	0,05785	-0,01328	-0,10812	0,00084	0,08361	-0,01545	-0,10888
11,5	-0,00061	-0,06097	-0,01049	0,16389	-0,00078	-0,07823	-0,01692	0,07937
11,6	-0,00098	-0,09787	0,00311	0,10798	-0,00160	-0,15996	0,00057	0,27053
11,7	-0,00035	-0,03452	0,00956	0,02114	-0,00060	-0,06010	0,01940	0,10594
11,8	0,00060	0,05978	0,00930	-0,02647	0,00108	0,10754	0,01413	-0,21127
11,9	0,00100	0,09972	-0,00131	-0,18561	0,00146	0,14611	-0,00642	-0,19969
12	0,00023	0,02348	-0,01394	-0,06708	0,00028	0,02801	-0,01720	-0,01602
12,1	-0,00084	-0,08390	-0,00753	0,19526	-0,00114	-0,11428	-0,01126	0,13493
12,2	-0,00085	-0,08505	0,00730	0,10149	-0,00137	-0,13695	0,00672	0,22470
12,3	0,00002	0,00208	0,01012	-0,04513	-0,00006	-0,00602	0,01946	0,02999
12,4	0,00078	0,07773	0,00501	-0,05718	0,00134	0,13415	0,00857	-0,24769
12,5	0,00079	0,07882	-0,00479	-0,13871	0,00117	0,11716	-0,01197	-0,16326
12,6	-0,00010	-0,01000	-0,01298	-0,02503	-0,00026	-0,02555	-0,01657	0,07135
12,7	-0,00095	-0,09471	-0,00397	0,20521	-0,00132	-0,13228	-0,00478	0,16449
12,8	-0,00063	-0,06287	0,01033	0,08081	-0,00100	-0,09957	0,01132	0,15744
12,9	0,00035	0,03503	0,00924	-0,10260	0,00043	0,04308	0,01721	-0,03964
13	0,00084	0,08379	0,00051	-0,07215	0,00142	0,14187	0,00255	-0,25356
13,1	0,00050	0,05050	-0,00716	-0,08127	0,00077	0,07664	-0,01560	-0,10933
13,2	-0,00038	-0,03848	-0,01063	0,01196	-0,00071	-0,07076	-0,01388	0,14355
13,3	-0,00093	-0,09324	-0,00032	0,19420	-0,00132	-0,13186	0,00166	0,16737
13,4	-0,00035	-0,03512	0,01195	0,05116	-0,00054	-0,05380	0,01395	0,07839
13,5	0,00061	0,06070	0,00722	-0,14576	0,00082	0,08164	0,01314	-0,09463
13,6	0,00078	0,07848	-0,00366	-0,07177	0,00132	0,13165	-0,00314	-0,23087
13,7	0,00019	0,01889	-0,00826	-0,02022	0,00031	0,03080	-0,01703	-0,04709
13,8	-0,00059	-0,05893	-0,00730	0,03934	-0,00103	-0,10292	-0,00971	0,19360
13,9	-0,00081	-0,08087	0,00292	0,16503	-0,00115	-0,11501	0,00729	0,14639
14	-0,00006	-0,00589	0,01208	0,01828	-0,00006	-0,00607	0,01450	-0,00227
14,1	0,00077	0,07670	0,00444	-0,17114	0,00106	0,10597	0,00791	-0,12942
14,2	0,00064	0,06369	-0,00704	-0,05840	0,00107	0,10652	-0,00780	-0,18482
14,3	-0,00012	-0,01189	-0,00808	0,03768	-0,00014	-0,01413	-0,01633	0,01424
14,4	-0,00070	-0,06962	-0,00347	0,05444	-0,00119	-0,11943	-0,00473	0,21776
14,5	-0,00060	-0,06014	0,00537	0,12229	-0,00086	-0,08551	0,01151	0,10710
14,6	0,00021	0,02098	0,01086	-0,01243	0,00038	0,03762	0,01311	-0,07515
14,7	0,00082	0,08207	0,00136	-0,17759	0,00115	0,11451	0,00227	-0,14172
14,8	0,00042	0,04228	-0,00932	-0,03592	0,00071	0,07104	-0,01096	-0,12287
14,9	-0,00038	-0,03822	-0,00678	0,08660	-0,00053	-0,05265	-0,01378	0,06657
15	-0,00070	-0,07025	0,00038	0,05663	-0,00120	-0,11984	0,00034	0,21572
15,1	-0,00034	-0,03438	0,00679	0,07169	-0,00048	-0,04833	0,01396	0,05681
15,2	0,00042	0,04236	0,00855	-0,03652	0,00072	0,07235	0,01017	-0,13265
15,3	0,00077	0,07722	-0,00158	-0,16615	0,00108	0,10783	-0,00308	-0,13234
15,4	0,00018	0,01764	-0,01034	-0,00895	0,00031	0,03057	-0,01238	-0,05363
15,5	-0,00057	-0,05740	-0,00467	0,12224	-0,00081	-0,08063	-0,00986	0,10386
15,6	-0,00062	-0,06176	0,00380	0,04715	-0,00106	-0,10574	0,00484	0,19027
15,7	-0,00007	-0,00717	0,00712	0,01928	-0,00009	-0,00889	0,01453	0,00344
15,8	0,00056	0,05610	0,00553	-0,05098	0,00095	0,09482	0,00621	-0,16972

Fig. A 24. Resposta del sistema per excitació impulsional





15,9	0,00064	0,06375	-0,00400	-0,13976	0,00088	0,08832	-0,00751	-0,10484
16	-0,00007	-0,00678	-0,01010	0,01774	-0,00009	-0,00947	-0,01204	0,01426
16,1	-0,00068	-0,06783	-0,00211	0,14218	-0,00096	-0,09567	-0,00520	0,12266
16,2	-0,00046	-0,04617	0,00644	0,02873	-0,00080	-0,08031	0,00827	0,14667
16,3	0,00018	0,01808	0,00641	-0,02927	0,00028	0,02768	0,01333	-0,04551
16,4	0,00061	0,06124	0,00222	-0,05451	0,00104	0,10353	0,00184	-0,18422
16,5	0,00044	0,04416	-0,00564	-0,10272	0,00060	0,05970	-0,01061	-0,06474
16,6	-0,00028	-0,02791	-0,00878	0,03998	-0,00044	-0,04425	-0,01018	0,07321
16,7	-0,00069	-0,06917	0,00052	0,14599	-0,00097	-0,09722	-0,00041	0,12227
16,8	-0,00026	-0,02617	0,00808	0,00508	-0,00048	-0,04780	0,01029	0,09179
16,9	0,00039	0,03854	0,00487	-0,06927	0,00057	0,05712	0,01069	-0,08388
17	0,00058	0,05802	-0,00097	-0,04747	0,00099	0,09883	-0,00235	-0,17687
17,1	0,00021	0,02143	-0,00635	-0,06007	0,00026	0,02647	-0,01212	-0,01865
17,2	-0,00043	-0,04341	-0,00662	0,05462	-0,00070	-0,07008	-0,00719	0,11742
17,3	-0,00062	-0,06220	0,00286	0,13504	-0,00086	-0,08644	0,00391	0,10456
17,4	-0,00005	-0,00473	0,00863	-0,01972	-0,00013	-0,01288	0,01080	0,03311
17,5	0,00052	0,05226	0,00277	-0,09750	0,00076	0,07649	0,00708	-0,10750
17,6	0,00048	0,04765	-0,00369	-0,03168	0,00083	0,08266	-0,00584	-0,15086
17,7	-0,00001	-0,00140	-0,00612	-0,01695	-0,00007	-0,00679	-0,01205	0,02672
17,8	-0,00052	-0,05189	-0,00397	0,05988	-0,00085	-0,08473	-0,00354	0,14346
17,9	-0,00049	-0,04861	0,00463	0,11222	-0,00066	-0,06591	0,00730	0,07344
18	0,00015	0,01531	0,00815	-0,04177	0,00020	0,01994	0,00986	-0,02225
18,1	0,00058	0,05830	0,00045	-0,11237	0,00084	0,08438	0,00303	-0,11453
18,2	0,00032	0,03216	-0,00567	-0,01003	0,00058	0,05819	-0,00826	-0,11127
18,3	-0,00022	-0,02158	-0,00507	0,02203	-0,00036	-0,03593	-0,01056	0,06537
18,4	-0,00053	-0,05295	-0,00120	0,05544	-0,00088	-0,08758	0,00023	0,15037
18,5	-0,00031	-0,03074	0,00564	0,08139	-0,00039	-0,03916	0,00946	0,03420
18,6	0,00032	0,03155	0,00682	-0,05790	0,00047	0,04688	0,00775	-0,06829
18,7	0,00057	0,05674	-0,00178	-0,11396	0,00081	0,08098	-0,00093	-0,10541
18,8	0,00014	0,01399	-0,00677	0,01399	0,00029	0,02925	-0,00941	-0,06419
18,9	-0,00037	-0,03695	-0,00341	0,05325	-0,00058	-0,05774	-0,00798	0,09276
19	-0,00047	-0,04718	0,00137	0,04236	-0,00080	-0,07951	0,00363	0,13956
19,1	-0,00011	-0,01120	0,00583	0,04687	-0,00010	-0,01013	0,01024	-0,00732
19,2	0,00042	0,04232	0,00487	-0,06599	0,00065	0,06528	0,00484	-0,10077
19,3	0,00049	0,04860	-0,00362	-0,10383	0,00068	0,06781	-0,00433	-0,08267
19,4	-0,00004	-0,00433	-0,00697	0,03684	0,00000	-0,00018	-0,00926	-0,01595
19,5	-0,00046	-0,04619	-0,00141	0,07438	-0,00070	-0,07025	-0,00475	0,10619
19,6	-0,00036	-0,03596	0,00345	0,02280	-0,00063	-0,06263	0,00628	0,11438
19,7	0,00007	0,00749	0,00524	0,01288	0,00017	0,01735	0,00972	-0,04551
19,8	0,00047	0,04678	0,00262	-0,06516	0,00074	0,07378	0,00157	-0,11755
19,9	0,00036	0,03555	-0,00487	-0,08467	0,00047	0,04748	-0,00683	-0,05032
20	-0,00020	-0,02047	-0,00633	0,05536	-0,00026	-0,02643	-0,00796	0,02770
20,1	-0,00049	-0,04884	0,00066	0,08452	-0,00073	-0,07283	-0,00132	0,10499
20,2	-0,00021	-0,02120	0,00487	-0,00035	-0,00040	-0,03994	0,00790	0,07949
20,3	0,00023	0,02315	0,00400	-0,01697	0,00040	0,04003	0,00809	-0,07570
20,4	0,00045	0,04498	0,00036	-0,05579	0,00072	0,07238	-0,00162	-0,11855
20,5	0,00020	0,01971	-0,00542	-0,05985	0,00023	0,02322	-0,00821	-0,01325
20,6	-0,00033	-0,03263	-0,00505	0,06720	-0,00047	-0,04666	-0,00576	0,06220
20,7	-0,00045	-0,04530	0,00252	0,08412	-0,00066	-0,06614	0,00187	0,09043
20,8	-0,00005	-0,00509	0,00553	-0,02389	-0,00015	-0,01480	0,00840	0,04019
20,9	0,00034	0,03421	0,00233	-0,03996	0,00056	0,05558	0,00568	-0,09462
21	0,00038	0,03772	-0,00163	-0,03937	0,00062	0,06229	-0,00433	-0,10562
21,1	0,00003	0,00331	-0,00525	-0,03295	-0,00002	-0,00159	-0,00844	0,02346
21,2	-0,00040	-0,03966	-0,00335	0,07100	-0,00059	-0,05900	-0,00304	0,08461
21,3	-0,00037	-0,03668	0,00394	0,07479	-0,00052	-0,05190	0,00446	0,06533
21,4	0,00010	0,01025	0,00544	-0,04479	0,00009	0,00944	0,00781	0,00170

Fig. A 25. Resposta del sistema per excitació impulsional



21,5	0,00040	0,03985	0,00048	-0,05456	0,00063	0,06278	0,00286	-0,10072
21,6	0,00026	0,02641	-0,00316	-0,01820	0,00046	0,04567	-0,00628	-0,08204
21,7	-0,00012	-0,01159	-0,00444	-0,00733	-0,00024	-0,02383	-0,00762	0,05524
21,8	-0,00041	-0,04118	-0,00148	0,06654	-0,00063	-0,06278	-0,00017	0,09378
21,9	-0,00025	-0,02458	0,00480	0,05897	-0,00033	-0,03263	0,00620	0,03362
22	0,00023	0,02300	0,00472	-0,06053	0,00030	0,02990	0,00631	-0,03149
22,1	0,00040	0,03996	-0,00133	-0,06039	0,00062	0,06155	0,00002	-0,09419
22,2	0,00013	0,01284	-0,00410	0,00495	0,00025	0,02523	-0,00729	-0,05200
22,3	-0,00023	-0,02335	-0,00314	0,01426	-0,00041	-0,04102	-0,00596	0,07849
22,4	-0,00037	-0,03750	0,00031	0,05465	-0,00058	-0,05845	0,00248	0,09028
22,5	-0,00011	-0,01088	0,00502	0,03950	-0,00011	-0,01119	0,00698	-0,00030
22,6	0,00032	0,03181	0,00352	-0,06937	0,00044	0,04449	0,00416	-0,05603
22,7	0,00035	0,03515	-0,00285	-0,05816	0,00053	0,05288	-0,00248	-0,07676
22,8	-0,00001	-0,00113	-0,00440	0,02722	0,00004	0,00389	-0,00732	-0,01997
22,9	-0,00031	-0,03086	-0,00154	0,02994	-0,00052	-0,05152	-0,00377	0,09101
23	-0,00030	-0,02956	0,00180	0,03703	-0,00047	-0,04738	0,00459	0,07618
23,1	0,00003	0,00257	0,00462	0,01930	0,00010	0,00958	0,00680	-0,03212
23,2	0,00036	0,03597	0,00206	-0,07055	0,00052	0,05201	0,00169	-0,07003
23,3	0,00027	0,02655	-0,00394	-0,04947	0,00039	0,03856	-0,00438	-0,05137
23,4	-0,00014	-0,01373	-0,00411	0,04604	-0,00016	-0,01563	-0,00646	0,00985
23,5	-0,00034	-0,03367	0,00013	0,03877	-0,00055	-0,05471	-0,00136	0,09207
23,6	-0,00019	-0,01872	0,00286	0,01597	-0,00032	-0,03165	0,00597	0,05459
23,7	0,00014	0,01414	0,00371	0,00095	0,00027	0,02718	0,00579	-0,05816
23,8	0,00035	0,03540	0,00054	-0,06428	0,00052	0,05230	-0,00077	-0,07312
23,9	0,00016	0,01564	-0,00449	-0,03645	0,00021	0,02090	-0,00551	-0,02167
24	-0,00024	-0,02356	-0,00335	0,05941	-0,00031	-0,03111	-0,00489	0,03403
24,1	-0,00032	-0,03196	0,00167	0,04082	-0,00051	-0,05091	0,00093	0,08243
24,2	-0,00007	-0,00659	0,00341	-0,00596	-0,00014	-0,01370	0,00651	0,02916
24,3	0,00023	0,02261	0,00243	-0,01358	0,00040	0,03977	0,00418	-0,07574
24,4	0,00031	0,03061	-0,00083	-0,05164	0,00046	0,04607	-0,00292	-0,06632
24,5	0,00004	0,00404	-0,00449	-0,02149	0,00002	0,00239	-0,00581	0,00845
24,6	-0,00030	-0,02967	-0,00225	0,06613	-0,00041	-0,04107	-0,00288	0,05027
24,7	-0,00026	-0,02643	0,00290	0,03696	-0,00041	-0,04127	0,00284	0,06407
24,8	0,00005	0,00524	0,00343	-0,02628	0,00004	0,00403	0,00622	0,00361
24,9	0,00027	0,02726	0,00097	-0,02304	0,00046	0,04630	0,00223	-0,08346
25	0,00023	0,02259	-0,00190	-0,03440	0,00035	0,03479	-0,00453	-0,05176
25,1	-0,00007	-0,00675	-0,00397	-0,00686	-0,00015	-0,01461	-0,00535	0,03541
25,2	-0,00032	-0,03167	-0,00102	0,06583	-0,00045	-0,04487	-0,00070	0,05751
25,3	-0,00018	-0,01820	0,00371	0,02870	-0,00028	-0,02755	0,00417	0,03986
25,4	0,00015	0,01537	0,00300	-0,04283	0,00019	0,01937	0,00522	-0,01878
25,5	0,00028	0,02794	-0,00049	-0,02703	0,00047	0,04656	0,00022	-0,08122
25,6	0,00013	0,01260	-0,00258	-0,01471	0,00020	0,02038	-0,00546	-0,03229
25,7	-0,00015	-0,01547	-0,00304	0,00552	-0,00028	-0,02818	-0,00426	0,05632
25,8	-0,00030	-0,02970	0,00019	0,05900	-0,00043	-0,04267	0,00136	0,05594
25,9	-0,00009	-0,00858	0,00404	0,01792	-0,00012	-0,01183	0,00481	0,01311
26	0,00023	0,02272	0,00223	-0,05409	0,00031	0,03067	0,00369	-0,03552
26,1	0,00025	0,02498	-0,00177	-0,02592	0,00041	0,04116	-0,00159	-0,07011
26,2	0,00002	0,00205	-0,00281	0,00512	0,00005	0,00495	-0,00565	-0,01106
26,3	-0,00021	-0,02124	-0,00184	0,01428	-0,00037	-0,03701	-0,00274	0,06926
26,4	-0,00024	-0,02440	0,00121	0,04682	-0,00035	-0,03538	0,00307	0,04686
26,5	0,00001	0,00106	0,00388	0,00654	0,00004	0,00378	0,00477	-0,01287
26,6	0,00027	0,02669	0,00125	-0,05922	0,00037	0,03695	0,00187	-0,04510
26,7	0,00019	0,01917	-0,00275	-0,02068	0,00031	0,03130	-0,00300	-0,05219
26,8	-0,00008	-0,00775	-0,00263	0,02297	-0,00009	-0,00948	-0,00516	0,00894
26,9	-0,00024	-0,02366	-0,00055	0,01875	-0,00040	-0,04048	-0,00104	0,07344
27	-0,00017	-0,01671	0,00194	0,03100	-0,00024	-0,02443	0,00425	0,03237

Fig. A 26. Resposta del sistema per excitació impulsional

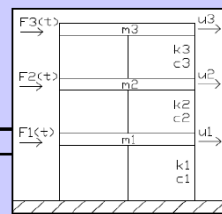


## A 6. Full de cas impulsional (ràfega de vent): Estructura de tres graus de llibertat amb bigues dobles d'acer

Full utilitzat a l'apartat 7.2.2 per obtenir la resposta del sistema un cop especificats tant els elements constructius com els paràmetres del sistema d'excitació. En primer lloc es mostra el full d'interacció en que s'introdueixen les variables i s'obté la resposta. Tot seguit el full amb els càlculs necessaris, incloent la iteració del mètode de Newmark. I finalment el de resolució de l'equació de tercer grau.

### Dades d'entrada

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
Bigues	Esmorteïment	0,01	
	Massa	2,473	kg
	Força del vent (amplitud de la ona concentrada al cantell de la biga)	0	N
		0	N
		1,5	N



Matriu de Masses [M]	2,596	0	0
	0	2,596	0
	0	0	2,596

Matriu de Rigidesa [K]	230,650848	-176,44565	0
	-176,445648	475,131744	-298,6861
	0	-298,6861	298,6861

Freqüències i períodes pròpis	$\omega_1 = 2,44049957 \text{ s}^{-1}$	$T_1 = 2,5745 \text{ s}$
	$\omega_2 = 9,81363667 \text{ s}^{-1}$	$T_2 = 0,6403 \text{ s}$
	$\omega_3 = 16,8720445 \text{ s}^{-1}$	$T_3 = 0,3724 \text{ s}$

Matriu modal del sistema:	$[\phi] =$	$\begin{bmatrix} 0,35453418 & 0,5126761 & 0,17135 \\ 0,43238157 & -0,0562616 & -0,49366 \\ 0,26936908 & -0,345262 & 0,33488 \end{bmatrix}$
---------------------------	------------	--

$[\phi]^T =$	$\begin{bmatrix} 0,35453418 & 0,4323816 & 0,26937 \\ 0,51267613 & -0,0562616 & -0,34526 \\ 0,17135031 & -0,4936621 & 0,33488 \end{bmatrix}$
--------------	---

Matrius en base modal:	$[M]_\phi =$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
------------------------	--------------	---

$[K]_\phi =$	$\begin{bmatrix} 5,95603817 & 0 & 0 \\ 0 & 96,307465 & 0 \\ 0 & 0 & 284,666 \end{bmatrix}$
--------------	--

$[C]_\phi =$	$\begin{bmatrix} 0,04880999 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1962727 & 0 \\ 0 & 0 & 0,33744 \end{bmatrix}$
--------------	--

Desplaçaments màxims (cm)	<b>U1 = 3,69358304</b> <b>U2 = 4,76142686</b> <b>U3 = 3,24473583</b>
---------------------------	--

Velocitats màxims (cm/s)	<b>V1 = 5,12482137</b> <b>V2 = 6,17904969</b> <b>V3 = 3,91422672</b>
--------------------------	--

Acceleracions màxims (cm/s <sup>2</sup> )	<b>A1 = 14,241042</b> <b>A2 = 16,5631154</b> <b>A3 = 10,1965262</b>
---	---

Fig. A 27. Full d'excitació impulsional: ràfega de vent



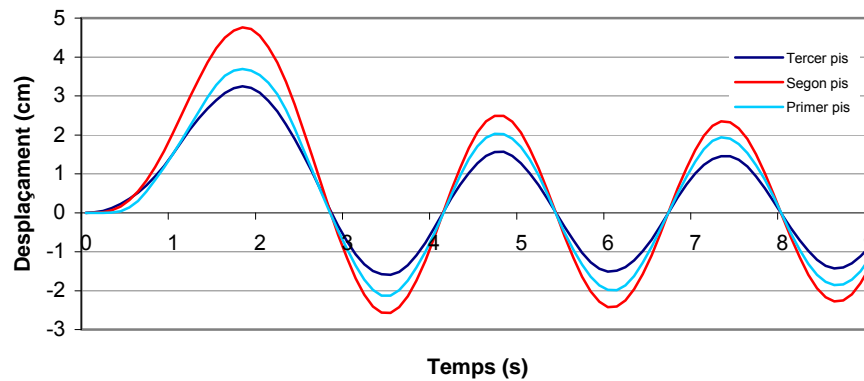


Fig. A 28. Gràfic de resposta del full d'excitació impulsional

Dades

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,1E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
	Esmorteïment	0,01	
Bigues	Massa	2,473	kg

Massa concentrada al primer pis	m1	2,596	kg
Massa concentrada al segon pis	m2	2,596	kg
Massa concentrada al tercer pis	m3	2,596	kg

Rigidesa de les columnes del primer pis	k1	5,42E+01	N/m
Rigidesa de les columnes del segon pis	k2	1,76E+02	N/m
Rigidesa de les columnes del tercer pis	k3	2,99E+02	N/m

Rigidesa geomètrica 1r pis	360,92952	N/m
Rigidesa geomètrica 2n pis	238,68907	N/m
Rigidesa geomètrica 3r pis	116,44862	N/m

Equació característica:  $[K] - \omega^2 \cdot [M] = 0 \rightarrow$

$$a \cdot \omega^6 + b \cdot \omega^4 + c \cdot \omega^2 + d = 0$$

$$a = -17,49500474$$

$$b = 6769,331454$$

$$c = -519331,1916$$

$$d = 2856714,957$$

Solucions equació de tercer grau  $\omega_1^2 = 5,956$

$$\omega_2^2 = 96,307$$

$$\omega_3^2 = 284,67$$

Modes propis:  $[[K] - \omega^2 \cdot [M]] \cdot \{a\} = 0$

Per  $\omega_1$

$$\begin{vmatrix} 215,18897 & -176,4 & 0 \\ -176,4456 & 459,67 & -298,6861 \\ 0 & -176,4 & 283,22422 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a11 \\ a21 \\ a31 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} a11 &= 1 \\ a21 &= 1,2196 \\ a31 &= 0,7598 \end{aligned}$$

Per  $\omega_2$

$$\begin{vmatrix} -19,36333 & -176,4 & 0 \\ -176,4456 & 225,12 & -298,6861 \\ 0 & -298,7 & 48,671918 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a12 \\ a22 \\ a32 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} a12 &= 1 \\ a22 &= -0,11 \\ a32 &= -0,673 \end{aligned}$$

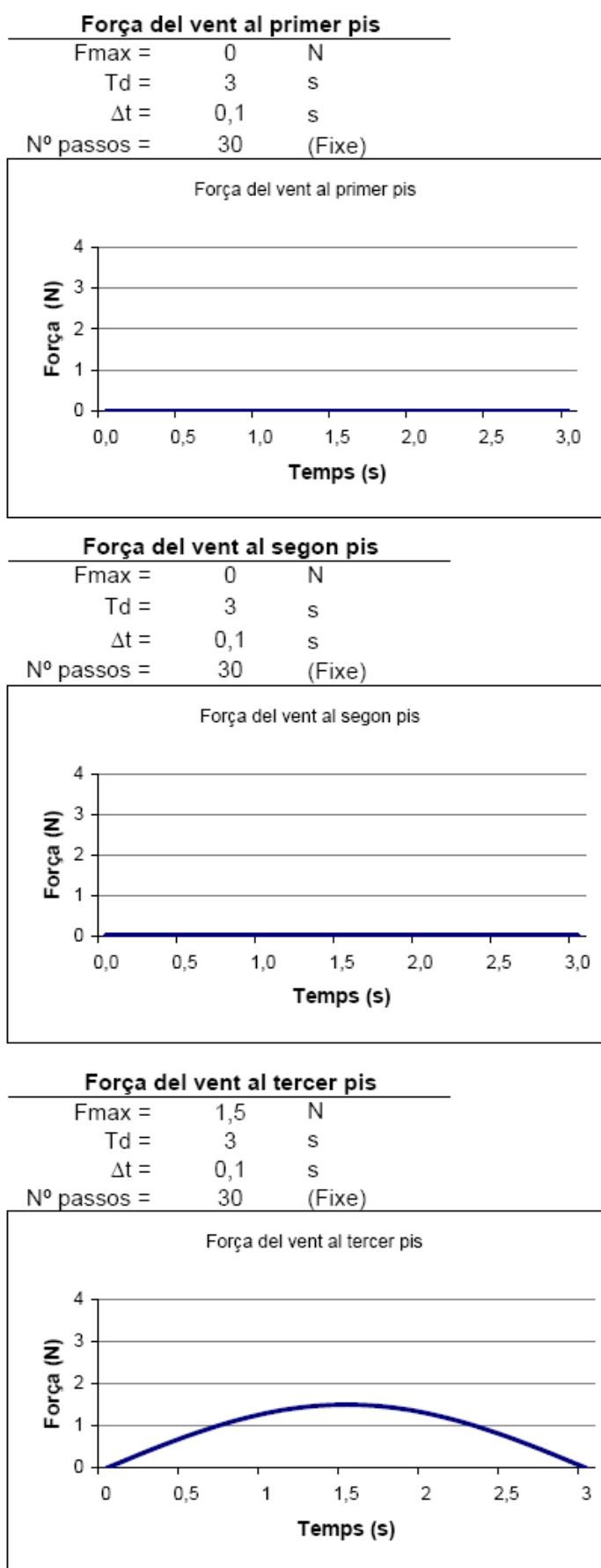
Per  $\omega_3$

$$\begin{vmatrix} -508,3418 & -176,4 & 0 \\ -176,4456 & -263,9 & -298,6861 \\ 0 & -298,7 & -440,3065 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a13 \\ a23 \\ a33 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} a13 &= 1 \\ a23 &= -2,881 \\ a33 &= 1,9544 \end{aligned}$$

Fig. A 29. Càlculs del full d'excitació impulsional





**Fig. A 30.** Model i dades de la ràfega de vent pel full d'excitació impulsional





Equacions del moviment desacoplades									
$m_1\ddot{y}_1 + c_1\dot{y}_1 + k_1y_1 = P_1$ $m_2\ddot{y}_2 + c_2\dot{y}_2 + k_2y_2 = P_2$ $m_3\ddot{y}_3 + c_3\dot{y}_3 + k_3y_3 = P_3$									
Equació del moviment al primer pis					Equació del moviment al tercer pis				
$m_1 = 1$ $c_1 = 0,04881$ $k_1 = 5,9660382$ $P_1 = (\phi_{11})^T F_1 + (\phi_{12})^T F_2 + (\phi_{13})^T F_3$					$m_3 = 1$ $c_3 = 0,337440889$ $k_3 = 284,6656884$ $P_3 = (\phi_{31})^T F_1 + (\phi_{32})^T F_2 + (\phi_{33})^T F_3$				
Mètode iteratiu de Newmark (acceleració mitja)									
Constants d'iteració $\beta = 0,25$ $\delta = 0,5$					(Paràmetre variable)				
$T_d = 3 \text{ s}$ $\Delta t = 0,1 \text{ s}$ Nº passos = 30									
Desplaçaments al primer pis (en base modal)					Desplaçaments al tercer pis (en base modal)				
$m_1\ddot{y}_1 + c_1\dot{y}_1 + k_1y_1 = P_1$					$m_3\ddot{y}_3 + c_3\dot{y}_3 + k_3y_3 = P_3$				
Temps (s)	$y_1$	$\dot{y}_1$	$\ddot{y}_1$	$P_{s+1}$	Temps (s)	$y_3$	$\dot{y}_3$	$\ddot{y}_3$	$P_{s+1}$
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,04224	0	0,00000	0,00000	0,00000	0,05251
0,1	0,00010	0,00008	0,00000	0,04041	0,1	-0,00016	-0,04329	-0,00008	0,10444
0,2	0,00062	0,00015	0,00000	0,04086	0,2	-0,00056	-0,05209	0,00353	0,00980
0,3	0,00191	0,00078	0,00000	0,04344	0,3	-0,00144	-0,01052	0,00266	-0,02718
0,4	0,00431	0,00327	0,00000	0,04203	0,4	-0,00247	-0,01007	0,00032	-0,01966
0,5	0,00906	0,00607	0,00000	0,04472	0,5	-0,00326	-0,00582	0,00027	0,25116
0,6	0,01330	0,00907	0,00000	0,04706	0,6	-0,00360	-0,00091	0,00095	0,28526
0,7	0,02007	0,01330	0,00000	0,04027	0,7	-0,00359	0,00113	0,00122	0,3612
0,8	0,02827	0,01891	0,00000	0,04284	0,8	-0,00358	-0,00096	0,00089	0,37330
0,9	0,03773	0,02523	0,00000	0,04992	0,9	-0,00388	-0,00516	0,00143	0,40639
1	0,04813	0,03268	0,00000	0,04912	1	-0,00454	-0,00788	0,00143	0,43502
1,1	0,05910	0,04028	0,00000	0,04828	1,1	-0,00526	-0,00664	0,00159	0,45889
1,2	0,07018	0,05005	0,00000	0,04922	1,2	-0,00570	-0,00207	0,00177	0,47774
1,3	0,08085	0,05953	0,00000	0,04784	1,3	-0,00567	0,00288	0,00179	0,49134
1,4	0,09062	0,06914	0,00000	0,04405	1,4	-0,00531	0,00440	0,00170	0,49557
1,5	0,09968	0,07526	0,00000	0,04184	1,5	-0,00498	0,00225	0,00169	0,50232
1,6	0,10546	0,08436	0,00000	0,03522	1,6	-0,00495	-0,00160	0,00180	0,50957
1,7	0,10967	0,09294	0,00000	0,03428	1,7	-0,00521	-0,00370	0,00182	0,51789
1,8	0,11132	0,09302	0,00000	0,036912	1,8	-0,00550	-0,00202	0,00168	0,52332
1,9	0,11021	0,09253	0,00000	0,03492	1,9	-0,00547	0,00253	0,00153	0,52774
2	0,10627	0,09355	0,00000	0,03689	2	-0,00501	0,00682	0,00151	0,53502
2,1	0,09956	0,08068	0,00000	0,03027	2,1	-0,00427	0,00796	0,00152	0,54639
2,2	0,09026	0,07040	0,00000	0,027036	2,2	-0,00360	0,00549	0,00137	0,56330
2,3	0,07866	0,05994	0,00000	0,023750	2,3	-0,00323	0,00173	0,00112	0,5812
2,4	0,06516	0,05138	0,00000	0,020203	2,4	-0,00315	-0,00008	0,00097	0,60330
2,5	0,05024	0,04362	0,00000	0,016434	2,5	-0,00307	0,00169	0,00093	0,62774
2,6	0,03443	0,03616	0,00000	0,012486	2,6	-0,00289	0,00589	0,00080	0,65236
2,7	0,01829	0,02983	0,00000	0,008401	2,7	-0,00193	0,00944	0,00063	0,67884
2,8	0,00238	0,02565	0,00000	0,004224	2,8	-0,00096	0,00978	0,00029	0,70636
2,9	-0,01277	0,02146	0,00000	0,000000	2,9	-0,00013	0,00682	0,00017	0,73536
3	-0,02668	0,01896	0,00000	0,000000	3	0,00035	0,00296	0,00008	0,76536
3,1	-0,03886	0,01175	0,00000	0,000000	3,1	0,00045	-0,00360	0,00000	0,79536
3,2	-0,04871	0,00519	0,00000	0,000000	3,2	0,00020	-0,00407	0,00000	0,82536

Fig. A 31. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



3,3	-0,05566	-0,05377	0,33412	0,00000	-0,00020	-0,00401	0,02012	0,00000	0,00003	0,00174	-0,00923	0,00000
3,4	-0,05931	-0,01935	0,35422	0,00000	-0,00044	-0,00085	0,04291	0,00000	0,00011	-0,00023	-0,03016	0,00000
3,5	-0,05948	0,01603	0,35348	0,00000	-0,00034	0,00291	0,03229	0,00000	0,00001	-0,00178	-0,00101	0,00000
3,6	-0,05616	0,05031	0,33205	0,00000	-0,00002	0,00437	-0,00302	0,00000	0,00001	-0,00037	0,02923	0,00000
3,7	-0,04957	0,08147	0,29129	0,00000	0,00036	0,00245	-0,03545	0,00000	-0,00004	0,00163	0,01075	0,00000
3,8	-0,04011	0,10772	0,23366	0,00000	0,00042	-0,00133	-0,04008	0,00000	0,00009	0,00091	-0,02508	0,00000
3,9	-0,02835	0,12754	0,16263	0,00000	0,00015	-0,00402	-0,01376	0,00000	0,00007	-0,00129	-0,01890	0,00000
4	-0,01498	0,13979	0,08243	0,00000	-0,00023	-0,00357	0,02274	0,00000	-0,00006	-0,00132	0,01828	0,00000
4,1	-0,00081	0,14380	-0,00222	0,00000	-0,00043	-0,00308	0,04115	0,00000	-0,00009	0,00082	0,02463	0,00000
4,2	0,01335	0,13937	-0,08633	0,00000	-0,00029	0,00306	0,02759	0,00000	0,00003	0,00157	-0,00971	0,00000
4,3	0,02666	0,12681	-0,16499	0,00000	0,00006	0,00409	-0,00701	0,00000	0,00010	-0,00028	-0,02739	0,00000
4,4	0,03835	0,10688	-0,23361	0,00000	0,00037	0,00196	-0,03567	0,00000	0,00000	-0,00163	0,00038	0,00000
4,5	0,04773	0,08078	-0,28822	0,00000	0,00038	-0,00165	-0,03641	0,00000	-0,00009	-0,00027	0,02698	0,00000
4,6	0,05427	0,05009	-0,32569	0,00000	0,00010	-0,00393	-0,00910	0,00000	-0,00003	0,00151	0,00863	0,00000
4,7	0,05761	0,01661	-0,34392	0,00000	-0,00025	-0,00314	0,02479	0,00000	0,00008	0,00077	-0,02358	0,00000
4,8	0,05755	-0,01768	-0,34193	0,00000	-0,00041	0,00005	0,03905	0,00000	0,00006	-0,00123	-0,01633	0,00000
4,9	0,05413	-0,05078	-0,31962	0,00000	-0,00025	0,00315	0,02302	0,00000	-0,00006	-0,00116	0,01767	0,00000
5	0,04755	-0,08074	-0,27930	0,00000	0,00010	0,00378	-0,01049	0,00000	-0,00008	0,00082	0,02190	0,00000
5,1	0,03823	-0,10583	-0,22251	0,00000	0,00036	0,00149	-0,03539	0,00000	0,00003	0,00141	-0,01002	0,00000
5,2	0,02670	-0,12480	-0,15297	0,00000	0,00034	-0,00192	-0,03265	0,00000	0,00009	-0,00033	-0,02482	0,00000
5,3	0,01367	-0,13599	-0,07481	0,00000	0,00006	0,00037	-0,00481	0,00000	0,00000	-0,00149	0,00154	0,00000
5,4	-0,00009	-0,13936	0,00736	0,00000	-0,00027	-0,00271	0,02630	0,00000	-0,00009	-0,00017	0,02485	0,00000
5,5	-0,01379	-0,13456	0,08870	0,00000	-0,00038	0,00043	0,03667	0,00000	-0,00003	0,00141	0,00678	0,00000
5,6	-0,02661	-0,12190	0,16446	0,00000	-0,00020	0,00320	0,01863	0,00000	0,00008	0,00064	-0,02210	0,00000
5,7	-0,03782	-0,10217	0,23022	0,00000	0,00013	0,00346	-0,01347	0,00000	0,00000	-0,00117	-0,01402	0,00000
5,8	-0,04675	-0,07655	0,28220	0,00000	0,00036	0,00105	-0,03469	0,00000	-0,00006	-0,00102	0,01699	0,00000
5,9	-0,05291	-0,04657	0,31740	0,00000	0,00030	-0,00213	-0,02887	0,00000	-0,00007	0,00080	0,01941	0,00000
6	-0,05594	-0,01401	0,33385	0,00000	0,00002	-0,00362	-0,00090	0,00000	0,00003	0,00126	-0,01018	0,00000
6,1	-0,05568	0,01922	0,33067	0,00000	-0,00028	-0,00230	0,02732	0,00000	0,00008	-0,00037	-0,02243	0,00000
6,2	-0,05216	0,05116	0,30816	0,00000	-0,00036	0,00077	0,03406	0,00000	-0,00001	-0,00136	0,00250	0,00000
6,3	-0,04560	0,07995	0,26771	0,00000	-0,00016	0,00320	0,01446	0,00000	0,00008	-0,00010	0,02283	0,00000
6,4	-0,03641	0,10393	0,21178	0,00000	0,00016	0,00312	-0,01596	0,00000	-0,00002	0,00130	0,00056	0,00000
6,5	-0,02513	0,12170	0,14371	0,00000	0,00035	0,00064	-0,03362	0,00000	0,00007	0,00053	-0,02066	0,00000
6,6	-0,01243	0,13227	0,06757	0,00000	0,00027	-0,00229	-0,02511	0,00000	0,00004	-0,00110	-0,01195	0,00000
6,7	0,00094	0,13504	-0,01217	0,00000	-0,00002	-0,00342	0,00260	0,00000	-0,00006	-0,00089	0,01627	0,00000
6,8	0,01418	0,12989	-0,09081	0,00000	-0,00029	-0,00106	0,02788	0,00000	-0,00006	0,00078	0,01715	0,00000
6,9	0,02654	0,11716	-0,16376	0,00000	-0,00033	0,00106	0,03128	0,00000	0,00003	0,00113	-0,01023	0,00000
7	0,03727	0,09763	-0,22677	0,00000	-0,00012	0,00316	0,01055	0,00000	0,00007	-0,00039	-0,02023	0,00000
7,1	0,04578	0,07248	-0,27621	0,00000	0,00018	0,00278	-0,01799	0,00000	0,00001	-0,00124	0,00328	0,00000
7,2	0,05156	0,04321	-0,30923	0,00000	-0,00005	-0,00319	0,00571	0,00000	-0,00001	-0,00104	-0,01012	0,00000
7,3	0,05430	0,01155	-0,32399	0,00000	0,00023	-0,00241	-0,02142	0,00000	-0,00001	0,00121	0,00376	0,00000
7,4	0,05385	-0,02054	-0,31972	0,00000	-0,00005	-0,00319	0,00571	0,00000	0,00007	0,00043	-0,01925	0,00000
7,5	0,05024	-0,05146	-0,29674	0,00000	-0,00029	-0,00151	0,02802	0,00000	0,00004	-0,00104	-0,01012	0,00000
7,6	0,04371	-0,07912	-0,25660	0,00000	-0,00030	0,00131	0,02840	0,00000	-0,00005	-0,00077	0,01561	0,00000
7,7	0,03466	-0,10202	-0,20144	0,00000	-0,00008	0,00308	0,00690	0,00000	0,00005	0,00076	0,01509	0,00000
7,8	0,02361	-0,11883	-0,13485	0,00000	0,00020	0,00244	-0,01957	0,00000	0,00003	0,00101	-0,01017	0,00000
7,9	0,01124	-0,12861	-0,06068	0,00000	0,00032	-0,00006	-0,03056	0,00000	0,00006	-0,00041	-0,01819	0,00000
8	-0,00173	-0,13081	0,01668	0,00000	0,00019	-0,00248	-0,01784	0,00000	-0,00001	-0,00113	0,00390	0,00000
8,1	-0,01454	-0,12534	0,09269	0,00000	-0,00008	-0,00295	0,00842	0,00000	-0,00007	0,00003	0,01914	0,00000
8,2	-0,02643	-0,11256	0,16292	0,00000	-0,00029	-0,00114	0,02778	0,00000	-0,00001	0,00111	0,00256	0,00000
8,3	-0,03672	-0,09325	0,22327	0,00000	-0,00027	0,00152	0,02544	0,00000	0,00006	0,00034	-0,01791	0,00000
8,4	-0,04481	-0,06868	0,27026	0,00000	-0,00004	0,00297	0,00355	0,00000	0,00003	-0,00098	-0,00848	0,00000
8,5	-0,05024	-0,04000	0,30120	0,00000	0,00021	-0,00211	-0,02073	0,00000	-0,00005	-0,00065	0,01473	0,00000
8,6	-0,05270	-0,09023	0,31435	0,00000	0,00030	-0,00236	-0,02867	0,00000	-0,00005	0,00074	0,01323	0,00000
8,7	-0,05207	0,02194	0,30904	0,00000	0,00015	-0,00251	-0,01440	0,00000	0,00003	0,00090	-0,01003	0,00000

Fig. A 32. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



8,8	-0,04839	0,05168	0,28567	0,00000	0,00000	0,01073	0,00000	0,00000	8,8	0,00006	-0,00042	-0,01632	0,00000
8,9	-0,04189	0,07825	0,24568	0,00000	-0,00080	0,00271	0,00000	0,00000	8,9	-0,00001	-0,00102	0,00439	0,00000
9	-0,03297	0,10011	0,19150	0,00000	-0,00024	0,02247	0,00000	0,00000	9	-0,00006	0,00007	0,01747	0,00000
9,1	-0,02217	0,11600	0,12636	0,00000	-0,00001	0,00283	0,00000	0,00000	9,1	-0,00001	0,00102	0,00152	0,00000
9,2	-0,01012	0,12502	0,05415	0,00000	-0,00001	0,01178	0,00000	0,00000	9,2	0,00002	0,00027	-0,01662	0,00000
9,3	0,00247	0,12569	-0,02089	0,00000	0,00028	-0,00661	0,00000	0,00000	9,3	0,00003	-0,00091	-0,00704	0,00000
9,4	0,01485	0,12093	-0,09435	0,00000	0,00012	-0,00251	0,00000	0,00000	9,4	-0,00005	-0,00057	0,01395	0,00000
9,5	0,02630	0,10811	-0,16193	0,00000	-0,00013	-0,00244	0,00000	0,00000	9,5	-0,00004	0,00071	0,01155	0,00000
9,6	0,03616	0,08903	-0,21971	0,00000	-0,00027	-0,00049	0,00000	0,00000	9,6	0,00003	0,00079	-0,00982	0,00000
9,7	0,04385	0,06483	-0,26435	0,00000	-0,00021	0,00181	0,00000	0,00000	9,7	0,00005	-0,00043	-0,01460	0,00000
9,8	0,04894	0,03694	-0,29329	0,00000	0,00002	0,00267	0,00000	0,00000	9,8	-0,00002	-0,00092	0,00476	0,00000
9,9	0,05114	0,00703	-0,30493	0,00000	0,00022	0,00147	0,00000	0,00000	9,9	-0,00006	0,00011	0,01591	0,00000
10	0,05033	-0,02315	-0,29866	0,00000	0,00026	-0,00085	0,00000	0,00000	10	0,00000	0,00064	0,00064	0,00000
10,1	0,04658	-0,05183	-0,27483	0,00000	0,00009	-0,00248	0,00000	0,00000	10,1	0,00005	0,00020	-0,01538	0,00000
10,2	0,04013	-0,07733	-0,23522	0,00000	-0,00014	0,00217	0,00000	0,00000	10,2	0,00002	-0,00085	-0,00576	0,00000
10,3	0,03135	-0,09819	-0,18193	0,00000	-0,00026	0,00200	0,00000	0,00000	10,3	-0,00005	-0,00048	0,01316	0,00000
10,4	0,02078	-0,11320	-0,11825	0,00000	-0,00018	0,00190	0,00000	0,00000	10,4	-0,00004	0,00068	0,01004	0,00000
10,5	0,00905	-0,12151	-0,04794	0,00000	0,00004	0,00250	0,00000	0,00000	10,5	0,00003	0,00070	-0,00955	0,00000
10,6	-0,00316	-0,12267	0,02483	0,00000	0,00023	-0,00116	0,00000	0,00000	10,6	0,00005	-0,00043	-0,01303	0,00000
10,7	-0,01513	-0,11663	0,09580	0,00000	0,00023	-0,00104	0,00000	0,00000	10,7	-0,00002	-0,00083	0,00502	0,00000
10,8	-0,02615	-0,10380	0,16082	0,00000	0,00006	-0,00241	0,00000	0,00000	10,8	-0,00005	0,00014	0,01445	0,00000
10,9	-0,03559	-0,08496	0,21611	0,00000	-0,00016	-0,00190	0,00000	0,00000	10,9	0,00000	0,00085	-0,00010	0,00000
11	-0,04290	-0,06123	0,25849	0,00000	-0,00025	0,00007	0,00000	0,00000	11	0,00005	0,00015	-0,01420	0,00000
11,1	-0,04766	-0,03403	0,28553	0,00000	-0,00015	0,00195	0,00000	0,00000	11,1	0,00002	-0,00080	-0,00464	0,00000
11,2	-0,04961	-0,00496	0,29572	0,00000	0,00007	0,00231	0,00000	0,00000	11,2	-0,00004	-0,00041	0,01238	0,00000
11,3	-0,04865	0,02425	0,28855	0,00000	0,00022	-0,00088	0,00000	0,00000	11,3	-0,00003	0,00064	0,00888	0,00000
11,4	-0,04484	0,05190	0,26452	0,00000	0,00021	-0,00120	0,00000	0,00000	11,4	0,00003	0,00062	-0,00924	0,00000
11,5	-0,03842	0,07639	0,22512	0,00000	0,00003	-0,00233	0,00000	0,00000	11,5	0,00004	-0,00043	-0,01159	0,00000
11,6	-0,02979	0,09628	0,17273	0,00000	-0,00017	-0,00164	0,00000	0,00000	11,6	-0,00002	-0,00075	0,00519	0,00000
11,7	-0,01945	0,11044	0,11048	0,00000	-0,00023	0,00030	0,00000	0,00000	11,7	-0,00005	0,00017	0,01310	0,00000
11,8	-0,00803	0,11807	0,04206	0,00000	-0,00012	0,00198	0,00000	0,00000	11,8	0,00000	0,00079	-0,00072	0,00000
11,9	0,00381	0,11874	-0,02850	0,00000	0,00008	0,00211	0,00000	0,00000	11,9	0,00005	0,00010	-0,01308	0,00000
12	0,01537	0,11247	-0,09705	0,00000	0,00022	0,00061	0,00000	0,00000	12	0,00001	-0,00074	-0,00366	0,00000
12,1	0,02598	0,09964	-0,15968	0,00000	0,00018	-0,00133	0,00000	0,00000	12,1	-0,00004	-0,00034	0,01161	0,00000
12,2	0,03501	0,08103	-0,21248	0,00000	0,00001	-0,00222	0,00000	0,00000	12,2	-0,00003	0,00061	0,00746	0,00000
12,3	0,04195	0,05777	-0,25288	0,00000	-0,00017	-0,00138	0,00000	0,00000	12,3	0,00003	0,00054	-0,00889	0,00000
12,4	0,04640	0,03124	-0,27790	0,00000	-0,00022	0,00050	0,00000	0,00000	12,4	0,00004	-0,00042	-0,01028	0,00000
12,5	0,04811	0,00301	-0,28672	0,00000	-0,00009	0,00197	0,00000	0,00000	12,5	-0,00002	-0,00067	0,00529	0,00000
12,6	0,04700	-0,02526	-0,27872	0,00000	0,00010	0,00190	0,00000	0,00000	12,6	-0,00004	0,00019	0,01184	0,00000
12,7	0,04314	-0,05192	-0,25443	0,00000	0,00021	0,00036	0,00000	0,00000	12,7	0,00000	0,00072	-0,00123	0,00000
12,8	0,03678	-0,07541	-0,21537	0,00000	0,00016	-0,00143	0,00000	0,00000	12,8	0,00004	0,00006	-0,01202	0,00000
12,9	0,02829	-0,09437	-0,16389	0,00000	-0,00002	-0,00209	0,00000	0,00000	12,9	0,00001	-0,00069	-0,00280	0,00000
13	0,01819	-0,10772	-0,10305	0,00000	-0,00018	-0,00113	0,00000	0,00000	13	-0,00004	-0,00028	0,01085	0,00000
13,1	0,00705	-0,11469	-0,03648	0,00000	-0,00020	0,00068	0,00000	0,00000	13,1	-0,00002	0,00058	0,00637	0,00000
13,2	-0,00442	-0,11462	0,03191	0,00000	-0,00007	0,00194	0,00000	0,00000	13,2	0,00003	0,00047	-0,00852	0,00000
13,3	-0,01558	-0,10842	0,09810	0,00000	0,00011	0,00169	0,00000	0,00000	13,3	0,00003	-0,00041	-0,00908	0,00000
13,4	-0,02578	-0,09560	0,15824	0,00000	0,00020	0,00014	0,00000	0,00000	13,4	-0,00002	-0,00060	0,00532	0,00000
13,5	-0,03443	-0,07725	0,20882	0,00000	0,00014	-0,00149	0,00000	0,00000	13,5	-0,00004	0,00020	0,01088	0,00000
13,6	-0,04101	-0,05446	0,24693	0,00000	-0,00004	-0,00195	0,00000	0,00000	13,6	0,00001	0,00065	-0,00165	0,00000
13,7	-0,04517	-0,02860	0,27040	0,00000	-0,00018	-0,00090	0,00000	0,00000	13,7	0,00004	0,00002	-0,01103	0,00000
13,8	-0,04665	-0,00118	0,27793	0,00000	-0,00018	-0,00083	0,00000	0,00000	13,8	0,00001	-0,00063	-0,00206	0,00000
13,9	-0,04540	0,02617	0,26915	0,00000	-0,00004	0,00189	0,00000	0,00000	13,9	-0,00004	-0,00023	0,01012	0,00000
14	-0,04150	0,05185	0,24466	0,00000	0,00012	0,00148	0,00000	0,00000	14	-0,00002	0,00054	0,00539	0,00000
14,1	-0,03519	0,07440	0,20596	0,00000	0,00019	-0,00006	0,00000	0,00000	14,1	0,00003	0,00041	-0,00813	0,00000
14,2	-0,02685	0,09246	0,15538	0,00000	0,00011	-0,00154	0,00000	0,00000	14,2	0,00003	-0,00040	-0,00800	0,00000

Fig. A 33. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional





14.3	-0.01697	0.10503	0.09596	0.00000	14.3	-0.00002	-0.00053	0.00530	0.00000
14.4	-0.00615	0.11139	0.03120	0.00000	14.4	-0.00003	0.00021	0.00961	0.00000
14.5	0.00498	0.11119	-0.03508	0.00000	14.5	0.00001	0.00059	-0.01999	0.00000
14.6	0.01576	0.10449	-0.09898	0.00000	14.6	0.00004	-0.00001	-0.01009	0.00000
14.7	0.02557	0.09170	-0.15678	0.00000	14.7	0.00001	-0.00059	-0.01142	0.00000
14.8	0.03384	0.07361	-0.20513	0.00000	14.8	-0.00003	-0.00019	0.00942	0.00000
14.9	0.04008	0.05129	-0.24123	0.00000	14.9	-0.00002	0.00051	0.00453	0.00000
15	0.04395	0.02607	-0.26304	0.00000	15	0.00003	0.00035	-0.00772	0.00000
15.1	0.04523	-0.00055	-0.26935	0.00000	15.1	0.00003	-0.00038	-0.00702	0.00000
15.2	0.04385	-0.02701	-0.25985	0.00000	15.2	-0.00002	-0.00047	0.00523	0.00000
15.3	0.03991	-0.05176	-0.23519	0.00000	15.3	-0.00003	0.00022	0.00863	0.00000
15.4	0.03365	-0.07336	-0.19687	0.00000	15.4	0.00001	0.00054	-0.00225	0.00000
15.5	0.02546	-0.09056	-0.14722	0.00000	15.5	0.00003	-0.00004	-0.00921	0.00000
15.6	0.01581	-0.10238	-0.08918	0.00000	15.6	0.00000	-0.00054	-0.00087	0.00000
15.7	0.00528	-0.10815	-0.02620	0.00000	15.7	-0.00003	-0.00015	0.00874	0.00000
15.8	-0.00550	-0.10756	0.03801	0.00000	15.8	-0.00001	0.00048	0.00376	0.00000
15.9	-0.01591	-0.10088	0.09669	0.00000	15.9	0.00003	0.00030	-0.00731	0.00000
16	-0.02534	-0.08793	0.15524	0.00000	16	0.00002	-0.00037	-0.00613	0.00000
16.1	-0.03324	-0.07010	0.20143	0.00000	16.1	-0.00002	-0.00042	0.00513	0.00000
16.2	-0.03916	-0.04825	0.23560	0.00000	16.2	-0.00003	0.00022	0.00772	0.00000
16.3	-0.04276	-0.02367	0.25962	0.00000	16.3	0.00001	0.00049	-0.00245	0.00000
16.4	-0.04383	0.00216	0.26097	0.00000	16.4	0.00003	-0.00006	-0.00839	0.00000
16.5	-0.04234	0.02775	0.25081	0.00000	16.5	0.00000	-0.00050	-0.00040	0.00000
16.6	-0.03837	0.05159	0.22601	0.00000	16.6	-0.00003	-0.00011	0.00809	0.00000
16.7	-0.03218	0.07230	0.18811	0.00000	16.7	-0.00001	0.00045	0.00309	0.00000
16.8	-0.02413	0.08867	0.13937	0.00000	16.8	0.00002	0.00026	-0.00690	0.00000
16.9	-0.01470	0.09978	0.08271	0.00000	16.9	0.00002	-0.00035	-0.00533	0.00000
17	-0.00447	0.10499	0.02147	0.00000	17	-0.00002	-0.00037	0.00499	0.00000
17.1	0.00599	0.10402	-0.04073	0.00000	17.1	-0.00002	0.00022	0.00689	0.00000
17.2	0.01604	0.09698	-0.10024	0.00000	17.2	0.00001	0.00044	-0.00259	0.00000
17.3	0.02510	0.08428	-0.15360	0.00000	17.3	0.00003	-0.00007	-0.00762	0.00000
17.4	0.03265	0.06672	-0.19771	0.00000	17.4	0.00000	-0.00045	0.00000	0.00000
17.5	0.03825	0.04533	-0.23004	0.00000	17.5	-0.00003	-0.00008	0.00747	0.00000
17.6	0.04159	0.02139	-0.24874	0.00000	17.6	-0.00001	0.00042	0.00249	0.00000
17.7	0.04247	-0.00368	-0.25279	0.00000	17.7	0.00002	0.00022	-0.00650	0.00000
17.8	0.04087	-0.02842	-0.24202	0.00000	17.8	0.00002	-0.00034	-0.00461	0.00000
17.9	0.03688	-0.05138	-0.21713	0.00000	17.9	-0.00002	-0.00033	0.00483	0.00000
18	0.03075	-0.07122	-0.17965	0.00000	18	-0.00002	0.00022	0.00613	0.00000
18.1	0.02285	-0.08679	-0.13183	0.00000	18.1	0.00001	0.00039	-0.00269	0.00000
18.2	0.01365	-0.09721	-0.07653	0.00000	18.2	0.00002	-0.00009	-0.00691	0.00000
18.3	0.00369	-0.10189	-0.01701	0.00000	18.3	0.00000	-0.00042	0.00033	0.00000
18.4	-0.00643	-0.10058	0.04322	0.00000	18.4	-0.00002	-0.00005	0.00689	0.00000
18.5	-0.01613	-0.09339	0.10064	0.00000	18.5	-0.00001	0.00039	0.00197	0.00000
18.6	-0.02484	-0.08076	0.15188	0.00000	18.6	0.00002	0.00018	-0.00609	0.00000
18.7	-0.03205	-0.06347	0.19399	0.00000	18.7	0.00001	-0.00032	-0.00397	0.00000
18.8	-0.03735	-0.04254	0.22454	0.00000	18.8	-0.00002	-0.00029	0.00465	0.00000
18.9	-0.04044	-0.01922	0.24179	0.00000	18.9	-0.00002	0.00022	0.00544	0.00000
19	-0.04114	0.00511	0.24481	0.00000	19	0.00001	0.00035	-0.00275	0.00000
19.1	-0.03944	0.02902	0.23348	0.00000	19.1	0.00002	-0.00010	-0.00625	0.00000
19.2	-0.03543	0.05112	0.20853	0.00000	19.2	0.00000	-0.00038	0.00061	0.00000
19.3	-0.02937	0.07012	0.17150	0.00000	19.3	-0.00002	-0.00003	0.00633	0.00000
19.4	-0.02162	0.08493	0.12460	0.00000	19.4	-0.00001	0.00036	0.00152	0.00000
19.5	-0.01264	0.09466	0.07064	0.00000	19.5	0.00002	0.00015	-0.00570	0.00000
19.6	-0.00296	0.09886	0.01279	0.00000	19.6	0.00001	-0.00030	-0.00339	0.00000
19.7	0.00685	0.09722	-0.04552	0.00000	19.7	-0.00002	-0.00025	0.00446	0.00000

Fig. A 34. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



19,8	0,01620	0,08990	-0,10089	0,00000	0,00000	19,8	-0,00002	-0,00119	0,00248	0,00000	19,8	-0,00002	0,00021	0,00481	0,00000
19,9	0,02457	0,07735	-0,115009	0,00000	0,00000	19,9	-0,00011	-0,00053	0,01066	0,00000	20	0,00002	0,00032	-0,00277	0,00000
20	0,03145	0,06034	-0,19026	0,00000	0,00000	20	-0,00011	0,00052	0,01050	0,00000	20,1	0,00002	-0,00010	-0,00564	0,00000
20,1	0,03646	0,03987	-0,21911	0,00000	0,00000	20,1	-0,00003	0,00116	0,00226	0,00000	20,2	0,00000	-0,00034	0,00083	0,00000
20,2	0,03931	0,01716	-0,23468	0,00000	0,00000	20,2	0,00008	0,00090	-0,00759	0,00000	20,3	-0,00002	-0,00001	0,00581	0,00000
20,3	0,03985	-0,06444	-0,23702	0,00000	0,00000	20,3	0,00012	-0,00006	-0,01144	0,00000	20,4	0,00000	0,00033	0,00112	0,00000
20,4	0,03905	-0,02965	-0,22518	0,00000	0,00000	20,4	0,00007	-0,00095	-0,00642	0,00000	20,5	0,00002	0,00012	-0,00532	0,00000
20,5	0,03403	-0,05082	-0,20021	0,00000	0,00000	20,5	-0,00003	-0,00110	0,00347	0,00000	20,6	0,00001	-0,00029	-0,00288	0,00000
20,6	0,02904	-0,06901	-0,16364	0,00000	0,00000	20,6	-0,00011	-0,00040	0,01053	0,00000	20,7	-0,00001	-0,00022	-0,00426	0,00000
20,7	0,02044	-0,08307	-0,11766	0,00000	0,00000	20,7	-0,00010	0,00060	0,00938	0,00000	20,8	-0,00002	0,00021	0,00424	0,00000
20,8	0,01167	-0,09221	-0,06502	0,00000	0,00000	20,8	-0,00001	0,00112	0,00102	0,00000	20,9	0,00001	0,00028	-0,00276	0,00000
20,9	0,00227	-0,09590	-0,00882	0,00000	0,00000	20,9	0,00008	0,00077	-0,00799	0,00000	21	0,00002	-0,00011	-0,00508	0,00000
21	-0,00723	-0,09396	0,04763	0,00000	0,00000	21	0,00011	-0,00017	-0,01071	0,00000	21,1	-0,00000	-0,00031	0,00101	0,00000
21,1	-0,01625	-0,08653	0,10101	0,00000	0,00000	21,1	0,00006	-0,00096	-0,00513	0,00000	21,2	-0,00002	0,00000	0,00532	0,00000
21,2	-0,02428	-0,07406	0,14823	0,00000	0,00000	21,2	-0,00004	-0,00100	0,00431	0,00000	21,3	0,00000	0,00031	0,00078	0,00000
21,3	-0,03085	-0,05733	0,18654	0,00000	0,00000	21,3	-0,00011	-0,00027	0,01028	0,00000	21,4	0,00002	0,00010	-0,00495	0,00000
21,4	-0,03558	-0,03731	0,21375	0,00000	0,00000	21,4	-0,00009	0,00066	0,00824	0,00000	21,5	0,00001	-0,00027	-0,00242	0,00000
21,5	-0,03821	-0,01521	0,22831	0,00000	0,00000	21,5	0,00000	0,00106	-0,00011	0,00000	21,6	-0,00001	-0,00019	0,00405	0,00000
21,6	-0,03858	0,00768	0,22943	0,00000	0,00000	21,6	0,00008	0,00064	-0,00825	0,00000	21,7	-0,00001	0,00020	0,00372	0,00000
21,7	-0,03670	0,03001	0,21712	0,00000	0,00000	21,7	0,00010	-0,00026	-0,00991	0,00000	21,8	0,00002	0,00025	-0,00273	0,00000
21,8	-0,03268	0,05047	0,19216	0,00000	0,00000	21,8	0,00004	-0,00096	-0,00391	0,00000	21,9	0,00000	-0,00011	-0,00456	0,00000
21,9	-0,02676	0,06768	0,15606	0,00000	0,00000	21,9	-0,00005	-0,00090	0,00500	0,00000	22	0,00000	-0,00028	0,00115	0,00000
22	-0,01930	0,08123	0,11100	0,00000	0,00000	22	-0,00010	-0,00015	0,00992	0,00000	22,1	-0,00002	0,00002	0,00485	0,00000
22,1	-0,01075	0,08977	0,05966	0,00000	0,00000	22,1	-0,00008	0,00070	0,00712	0,00000	22,2	0,00000	0,00028	0,00049	0,00000
22,2	-0,00161	0,09300	0,00507	0,00000	0,00000	22,2	0,00001	0,00100	-0,00112	0,00000	22,3	0,00002	0,00008	-0,00460	0,00000
22,3	0,00758	0,09078	-0,04955	0,00000	0,00000	22,3	0,00009	0,00053	-0,00837	0,00000	22,4	0,00001	-0,00025	-0,00201	0,00000
22,4	0,01628	0,08325	-0,10101	0,00000	0,00000	22,4	0,00009	-0,00035	-0,00905	0,00000	22,5	-0,00001	-0,00016	0,00384	0,00000
22,5	0,02398	0,07089	-0,14631	0,00000	0,00000	22,5	0,00003	-0,00094	-0,00277	0,00000	22,6	-0,00001	0,00019	0,00325	0,00000
22,6	0,03025	0,05443	-0,18283	0,00000	0,00000	22,6	-0,00006	-0,00080	0,00556	0,00000	22,7	0,00001	0,00022	-0,00268	0,00000
22,7	0,03471	0,03487	-0,20946	0,00000	0,00000	22,7	-0,00010	-0,00005	0,00948	0,00000	22,8	0,00000	-0,00012	-0,00408	0,00000
22,8	0,03713	0,01335	-0,22177	0,00000	0,00000	22,8	-0,00006	0,00073	0,00603	0,00000	22,9	0,00000	-0,00026	0,00126	0,00000
22,9	0,03735	-0,00884	-0,22204	0,00000	0,00000	22,9	0,00002	0,00093	-0,00200	0,00000	23	-0,00002	0,00003	0,00442	0,00000
23	0,03539	-0,03040	-0,20930	0,00000	0,00000	23	0,00009	0,00041	-0,00837	0,00000	23,1	0,00000	0,00026	0,00024	0,00000
23,1	0,03137	-0,05009	-0,18437	0,00000	0,00000	23,1	0,00009	-0,00042	-0,00819	0,00000	23,2	0,00001	0,00006	-0,00426	0,00000
23,2	0,02552	-0,06574	-0,14876	0,00000	0,00000	23,2	0,00002	-0,00091	-0,00171	0,00000	23,3	0,00001	-0,00024	-0,00165	0,00000
23,3	0,01822	-0,07941	-0,10462	0,00000	0,00000	23,3	-0,00006	-0,00070	0,00599	0,00000	23,4	-0,00001	-0,00014	0,00362	0,00000
23,4	0,00988	-0,08737	-0,05456	0,00000	0,00000	23,4	-0,00009	0,00005	0,00895	0,00000	23,5	0,00001	0,00019	0,00283	0,00000
23,5	0,00100	-0,09018	-0,00155	0,00000	0,00000	23,5	-0,00005	0,00075	0,00497	0,00000	23,6	0,00001	0,00020	-0,00261	0,00000
23,6	-0,00789	-0,08769	0,05130	0,00000	0,00000	23,6	0,00003	0,00086	-0,00277	0,00000	23,7	0,00001	-0,00012	-0,00365	0,00000
23,7	-0,01628	-0,08008	0,10089	0,00000	0,00000	23,7	0,00009	0,00031	-0,00826	0,00000	23,8	-0,00000	-0,00023	0,00134	0,00000
23,8	-0,02368	-0,06782	0,14433	0,00000	0,00000	23,8	0,00008	-0,00047	-0,00730	0,00000	23,9	-0,00001	0,00004	0,00402	0,00000
23,9	-0,02965	-0,05165	0,17912	0,00000	0,00000	23,9	0,00001	-0,00087	-0,00074	0,00000	24	0,00000	0,00024	0,00003	0,00000
24	-0,03386	-0,03253	0,20325	0,00000	0,00000	24	-0,00006	-0,00060	0,00630	0,00000	24,1	0,00001	0,00004	-0,00393	0,00000
24,1	-0,03607	-0,01160	0,21537	0,00000	0,00000	24,1	-0,00009	0,00014	0,00837	0,00000	24,2	-0,00000	-0,00022	-0,00134	0,00000
24,2	-0,03615	0,00991	0,21482	0,00000	0,00000	24,2	-0,00004	0,00075	0,00396	0,00000	24,3	-0,00001	0,00012	0,00341	0,00000
24,3	-0,03412	0,03074	0,20170	0,00000	0,00000	24,3	0,00003	0,00078	-0,00342	0,00000	24,4	-0,00001	0,00018	0,00245	0,00000
24,4	-0,03010	0,04967	0,17683	0,00000	0,00000	24,4	0,00008	0,00021	-0,00806	0,00000	24,5	0,00001	0,00017	-0,00253	0,00000
24,5	-0,02433	0,06559	0,14173	0,00000	0,00000	24,5	0,00007	-0,00052	-0,00641	0,00000	24,6	0,00001	-0,00012	-0,00325	0,00000
24,6	-0,01717	0,07761	0,09850	0,00000	0,00000	24,6	0,00000	-0,00083	0,00014	0,00000	24,7	0,00000	-0,00021	0,00139	0,00000
24,7	-0,00904	0,08502	0,04971	0,00000	0,00000	24,7	-0,00007	-0,00050	0,00649	0,00000	24,8	-0,00001	0,00004	0,00365	0,00000
24,8	-0,00042	0,08741	-0,00176	0,00000	0,00000	24,8	0,00008	0,00021	-0,00774	0,00000	24,9	0,00000	0,00022	-0,00015	0,00000
24,9	0,00618	0,08468	-0,05288	0,00000	0,00000	24,9	-0,00003	0,00075	0,00301	0,00000	25	0,00001	0,00003	-0,00363	0,00000
25	0,01627	0,07701	-0,10065	0,00000	0,00000	25	0,00004	0,00070	-0,00396	0,00000	25,1	0,00000	-0,00020	-0,00106	0,00000
25,1	0,02336	0,06486	-0,14231	0,00000	0,00000	25,1	0,00008	0,00011	-0,00777	0,00000	25,2	-0,00001	-0,00010	0,00320	0,00000
25,2	0,02905	0,04997	-0,17543	0,00000	0,00000	25,2	0,00006	-0,00055	-0,00554	0,00000			0,00017	0,00211	0,00000

Fig. A 35. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



25.3	0.03302	0.03029	-0.19812	0.00000	-0.00001	-0.00078	0.00093	0.00000	25.3	0.00001	0.00015	-0.00243	0.00000
25.4	0.03503	0.00993	-0.20911	0.00000	-0.00007	-0.00041	0.00658	0.00000	25.4	0.00001	-0.00011	-0.00288	0.00000
25.5	0.03498	-0.01091	-0.20780	0.00000	-0.00007	-0.00028	0.00707	0.00000	25.5	0.00000	-0.00019	0.00143	0.00000
25.6	0.03288	-0.03102	-0.19433	0.00000	-0.00002	0.00074	0.00211	0.00000	25.6	-0.00001	0.00005	0.00330	0.00000
25.7	0.02887	-0.04921	-0.16955	0.00000	0.00004	0.00062	-0.00440	0.00000	25.7	0.00000	0.00020	-0.00030	0.00000
25.8	0.02319	-0.06444	-0.13496	0.00000	0.00008	0.00003	-0.00742	0.00000	25.8	0.00000	-0.00002	-0.00333	0.00000
25.9	0.01617	-0.07582	-0.09263	0.00000	0.00005	-0.00057	-0.00468	0.00000	25.9	0.00000	-0.00019	-0.00062	0.00000
26	0.00825	-0.08270	-0.04509	0.00000	-0.00002	-0.00073	0.00162	0.00000	26	-0.00001	-0.00008	0.00300	0.00000
26.1	-0.00012	-0.08472	0.00487	0.00000	-0.00007	-0.00032	0.00657	0.00000	26.1	-0.00001	0.00016	0.00180	0.00000
26.2	-0.00845	-0.08176	0.05430	0.00000	-0.00007	0.00033	0.00639	0.00000	26.2	0.00001	0.00013	-0.00233	0.00000
26.3	-0.01624	-0.07403	0.10032	0.00000	-0.00001	0.00071	0.00128	0.00000	26.3	0.00001	-0.00011	-0.00255	0.00000
26.4	-0.02304	-0.06200	0.14024	0.00000	0.00005	0.00054	-0.00472	0.00000	26.4	0.00000	-0.00017	0.00144	0.00000
26.5	-0.02946	-0.04640	0.17176	0.00000	0.00007	-0.00004	-0.00700	0.00000	26.5	-0.00001	0.00005	0.00298	0.00000
26.6	-0.03218	-0.02816	0.19307	0.00000	0.00004	-0.00059	-0.00385	0.00000	26.6	0.00000	0.00018	-0.00042	0.00000
26.7	-0.03401	-0.00836	0.20298	0.00000	-0.00002	-0.00067	0.00222	0.00000	26.7	0.00001	0.00001	-0.00306	0.00000
26.8	-0.03384	0.01184	0.20095	0.00000	-0.00007	-0.00023	0.00648	0.00000	26.8	0.00000	-0.00018	-0.00061	0.00000
26.9	-0.03168	0.03125	0.18717	0.00000	-0.00006	0.00037	0.00669	0.00000	26.9	-0.00001	-0.00007	0.00280	0.00000
27	-0.02768	0.04873	0.16250	0.00000	-0.00001	0.00068	0.00053	0.00000	27	-0.00001	0.00015	0.00153	0.00000
27.1	-0.02208	0.06328	0.12844	0.00000	0.00005	0.00046	-0.00496	0.00000	27.1	0.00001	0.00012	-0.00223	0.00000
27.2	-0.01522	0.07405	0.08701	0.00000	0.00007	-0.00011	-0.00654	0.00000	27.2	0.00001	-0.00011	-0.00225	0.00000
27.3	-0.00749	0.08044	0.04070	0.00000	0.00003	-0.00059	-0.00306	0.00000	27.3	0.00000	-0.00015	0.00144	0.00000
27.4	0.00063	0.08208	-0.00778	0.00000	-0.00003	-0.00061	0.00272	0.00000	27.4	-0.00001	0.00006	0.00288	0.00000
27.5	0.00888	0.07891	-0.05557	0.00000	-0.00007	-0.00016	0.00632	0.00000	27.5	0.00000	0.00017	-0.00051	0.00000
27.6	0.01619	0.07114	-0.09988	0.00000	-0.00005	0.00041	0.00499	0.00000	27.6	0.00001	0.00000	-0.00280	0.00000
27.7	0.02271	0.05924	-0.13813	0.00000	0.00000	0.00065	-0.00016	0.00000	27.7	0.00000	-0.00016	-0.00043	0.00000
27.8	0.02786	0.04393	-0.16810	0.00000	0.00005	0.00039	-0.00510	0.00000	27.8	-0.00001	-0.00005	0.00260	0.00000
27.9	0.03137	0.02612	-0.18810	0.00000	0.00006	-0.00017	-0.00604	0.00000	27.9	0.00000	0.00014	0.00129	0.00000
28	0.03302	0.00687	-0.19698	0.00000	0.00003	-0.00059	-0.00231	0.00000	28	0.00001	0.00010	-0.00212	0.00000
28.1	0.03272	-0.01270	-0.19429	0.00000	-0.00003	-0.00055	0.00314	0.00000	28.1	0.00001	-0.00011	-0.00197	0.00000
28.2	0.03052	-0.03142	-0.18023	0.00000	-0.00006	-0.00008	0.00609	0.00000	28.2	0.00000	-0.00013	0.00142	0.00000
28.3	0.02654	-0.04822	-0.15570	0.00000	-0.00005	0.00043	0.00430	0.00000	28.3	-0.00001	0.00006	0.00241	0.00000
28.4	0.02102	-0.06211	-0.12216	0.00000	0.00001	0.00061	-0.00077	0.00000	28.4	0.00000	0.00015	-0.00059	0.00000
28.5	0.01430	-0.07230	-0.08163	0.00000	0.00005	0.00031	-0.00517	0.00000	28.5	0.00001	-0.00001	-0.00256	0.00000
28.6	0.00677	-0.07821	-0.03652	0.00000	0.00006	-0.00022	-0.00552	0.00000	28.6	0.00000	-0.00015	-0.00027	0.00000
28.7	-0.00111	-0.07951	0.01051	0.00000	0.00002	-0.00058	-0.00161	0.00000	28.7	-0.00001	-0.00004	0.00242	0.00000
28.8	-0.00890	-0.07615	0.05670	0.00000	-0.00004	-0.00048	0.00347	0.00000	28.8	0.00000	0.00013	0.00108	0.00000
28.9	-0.01612	-0.06835	0.09635	0.00000	-0.00006	-0.00002	0.00581	0.00000	28.9	0.00001	0.00009	-0.00201	0.00000
29	-0.02237	-0.05658	0.13598	0.00000	-0.00004	0.00045	0.00363	0.00000	29	0.00001	-0.00010	-0.00173	0.00000
29.1	-0.02727	-0.04156	0.16448	0.00000	0.00001	0.00057	-0.00131	0.00000	29.1	0.00000	-0.00012	0.00140	0.00000
29.2	-0.03056	-0.02417	0.18320	0.00000	0.00005	0.00024	-0.00516	0.00000	29.2	-0.00001	0.00006	0.00216	0.00000
29.3	-0.03204	-0.00546	0.19111	0.00000	0.00005	-0.00026	-0.00498	0.00000	29.3	0.00000	0.00014	-0.00065	0.00000
29.4	-0.03164	0.01349	0.18780	0.00000	0.00001	-0.00056	-0.00097	0.00000	29.4	0.00001	-0.00001	-0.00233	0.00000
29.5	-0.02939	0.03155	0.17350	0.00000	-0.00004	-0.00042	0.00373	0.00000	29.5	0.00000	-0.00014	-0.00014	0.00000
29.6	-0.02543	0.04768	0.14912	0.00000	-0.00006	0.00004	0.00548	0.00000	29.6	-0.00001	-0.00003	0.00224	0.00000
29.7	-0.02000	0.06095	0.11612	0.00000	-0.00003	0.00046	0.00298	0.00000	29.7	0.00000	0.00012	0.00089	0.00000
29.8	-0.01342	0.07058	0.07648	0.00000	0.00002	0.00052	-0.00177	0.00000	29.8	0.00001	0.00007	-0.00190	0.00000
29.9	-0.00609	0.07603	0.03256	0.00000	0.00005	0.00018	-0.00508	0.00000	29.9	0.00001	-0.00010	-0.00150	0.00000
30	0.00156	0.07700	-0.01306	0.00000	0.00005	-0.00030	-0.00443	0.00000	30	0.00000	-0.00010	0.00136	0.00000

Fig. A 36. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional





## Solució dels desplaçaments de l'estructura

Desfent el canvi de ba  $\{u_i\} = [\phi] \cdot \{y\}$ 

Temps (s)	Desplaçaments del primer pis			Desplaçaments del segon pis			Desplaçaments del tercer pis		
	$X_1$	$X_1$ (cm)	$\ddot{X}_1$	$X_2$	$X_2$ (cm)	$\ddot{X}_2$	$X_3$	$X_3$ (cm)	$\ddot{X}_3$
<b>Màxims</b>	<b>0,03694</b>	<b>3,69358</b>	<b>0,05125</b>	<b>0,14241</b>	<b>4,76143</b>	<b>0,06179</b>	<b>0,03245</b>	<b>3,24474</b>	<b>0,03914</b>
<b>0</b>	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,1	-0,00001	-0,00057	-0,00011	-0,00227	0,00135	0,00027	0,00009	0,00908	0,00182
0,2	-0,00001	-0,00144	-0,00006	0,00332	0,01356	0,00217	0,00047	0,04700	0,00577
0,3	0,00005	0,00508	0,00136	0,02517	0,005924	0,00697	0,00122	0,12241	0,00931
0,4	0,00040	0,04001	0,00562	0,06001	0,00162	0,01350	0,00228	0,22764	0,01174
0,5	0,00133	0,13270	0,01291	0,08583	0,00327	0,01953	0,00357	0,35706	0,01415
0,6	0,00303	0,30350	0,02125	0,08078	0,00548	0,02484	0,00514	0,51431	0,01730
0,7	0,00548	0,54848	0,02775	0,04933	0,00828	0,03097	0,00705	0,70517	0,02087
0,8	0,00843	0,84321	0,03119	0,01952	0,01173	0,03807	0,00932	0,93245	0,02459
0,9	0,01163	1,16300	0,03276	0,01189	0,01583	0,04390	0,01198	1,19820	0,02857
1	0,01499	1,49859	0,03435	0,01986	0,02036	0,04676	0,01256	1,50119	0,03203
1,1	0,01853	1,85285	0,03650	0,02308	0,02507	0,04739	0,01827	1,82681	0,03309
1,2	0,02226	2,22624	0,03818	0,01053	0,02979	0,04705	0,02146	2,14630	0,03080
1,3	0,02607	2,60675	0,03792	-0,01571	0,03439	0,04507	0,02434	2,43359	0,02665
1,4	0,02970	2,96960	0,03465	-0,04975	0,03865	0,03994	0,02681	2,68132	0,02289
1,5	0,03283	3,28278	0,02799	-0,08342	0,04224	0,03197	0,02895	2,89477	0,01980
1,6	0,03516	3,51606	0,01867	-0,10303	0,04499	0,02297	0,03072	3,07183	0,01561
1,7	0,03652	3,65231	0,00858	-0,09866	0,04681	0,01354	0,03195	3,19532	0,00908
1,8	0,03694	3,69358	-0,00033	-0,07958	0,04761	0,00247	0,03245	3,24474	0,00080
1,9	0,03653	3,65294	-0,00780	-0,06984	0,04721	-0,01061	0,03209	3,20892	-0,00796
2	0,03537	3,53696	-0,01540	-0,08209	0,04549	-0,02381	0,03086	3,08612	-0,01660
2,1	0,03337	3,33695	-0,02461	-0,10211	0,04254	-0,03510	0,02880	2,87995	-0,02464
2,2	0,03039	3,03904	-0,03498	-0,10530	0,03855	-0,04466	0,02601	2,60117	-0,03112
2,3	0,02642	2,64212	-0,04441	-0,08332	0,03364	-0,05365	0,02268	2,26805	-0,03551
2,4	0,02165	2,16517	-0,05098	-0,04820	0,02787	-0,06168	0,01897	1,89651	-0,03880
2,5	0,01639	1,63949	-0,05415	-0,01519	0,02144	-0,06698	0,01490	1,49024	-0,04245
2,6	0,01096	1,09631	-0,05448	0,00858	0,01464	-0,06897	0,01047	1,04720	-0,04616

Fig. A 37. Resposta del sistema per excitació impulsional



2,7	0,00559	0,55888	-0,05300	0,02100	0,00775	0,77494	-0,06884	0,00760	0,00577	0,57715	-0,04785	-0,00078
2,8	0,00040	0,03983	-0,05081	0,02292	0,00094	0,09415	-0,06732	0,02291	0,00107	0,10702	-0,04617	0,03445
2,9	-0,00457	-0,45666	-0,04849	0,02343	-0,00560	-0,55967	-0,06345	0,05446	-0,00334	-0,33359	-0,04195	0,04993
3	-0,00926	-0,92643	-0,04546	0,03710	-0,01159	-1,15949	-0,05652	0,08419	-0,00728	-0,72833	-0,03699	0,04923
3,1	-0,01356	-1,35558	-0,04037	0,06487	-0,01680	-1,67969	-0,04753	0,09561	-0,01065	-1,06467	-0,03027	0,08517
3,2	-0,01718	-1,71815	-0,03215	0,09944	-0,02102	-2,10238	-0,03701	0,11466	-0,01322	-1,32236	-0,02127	0,09500
3,3	-0,01983	-1,98300	-0,02082	0,12719	-0,02407	-2,40687	-0,02388	0,14789	-0,01491	-1,49128	-0,01252	0,07996
3,4	-0,02124	-2,12379	-0,00734	0,14241	-0,02567	-2,56734	-0,00821	0,16563	-0,01579	-1,57884	-0,00499	0,07050
3,5	-0,02126	-2,12615	0,00687	0,14170	-0,02570	-2,57014	0,00765	0,15152	-0,01590	-1,59022	0,00272	0,08373
3,6	-0,01992	-1,99175	0,02001	0,12118	-0,02423	-2,42344	0,02169	0,12931	-0,01517	-1,51705	0,01192	0,10028
3,7	-0,01740	-1,73961	0,03042	0,08694	-0,02144	-2,14355	0,03429	0,12264	-0,01349	-1,34922	0,02165	0,09430
3,8	-0,01399	-1,39921	0,03766	0,05800	-0,01741	-1,74110	0,04620	0,11567	-0,01092	-1,09209	0,02978	0,06838
3,9	-0,00996	-0,99623	0,04293	0,04737	-0,01230	-1,23005	0,05601	0,08043	-0,00767	-0,76663	0,03531	0,04223
4	-0,00544	-0,54406	0,04750	0,04401	-0,00644	-0,64353	0,06130	0,02534	-0,00398	-0,39784	0,03845	0,02047
4,1	-0,00052	-0,05192	0,05093	0,02453	-0,00028	-0,02810	0,06179	-0,01544	-0,00010	-0,00990	0,03914	-0,00656
4,2	0,00459	0,45896	0,05125	-0,01813	0,00577	0,57742	0,05931	-0,03409	0,00371	0,37088	0,03701	-0,03603
4,3	0,00950	0,95022	0,04700	-0,06678	0,01148	1,14768	0,05474	-0,05742	0,00719	0,71920	0,03265	-0,05119
4,4	0,01378	1,37829	0,03861	-0,10104	0,01656	1,65592	0,04691	-0,09919	0,01020	1,02029	0,02757	-0,05049
4,5	0,01710	1,71009	0,02775	-0,11622	0,02066	2,06623	0,03515	-0,13589	0,01269	1,26934	0,02224	-0,05603
4,6	0,01929	1,92885	0,01600	-0,11866	0,02348	2,34765	0,02113	-0,14457	0,01457	1,45732	0,01535	-0,08170
4,7	0,02031	2,03091	0,00441	-0,11326	0,02488	2,48820	0,00698	-0,13846	0,01563	1,56317	0,00582	-0,10910
4,8	0,02021	2,02068	-0,00645	-0,10400	0,02488	2,48788	-0,00704	-0,14198	0,01566	1,56629	-0,00519	-0,11106
4,9	0,01905	1,90548	-0,01658	-0,09859	0,02345	2,34487	-0,02156	-0,14835	0,01465	1,46455	-0,01516	-0,08821
5	0,01690	1,68983	-0,02655	-0,10064	0,02059	2,05945	-0,03553	-0,13098	0,01275	1,27487	-0,02278	-0,06428
5,1	0,01375	1,37451	-0,03652	-0,09875	0,01649	1,64912	-0,04654	-0,08927	0,01018	1,01823	-0,02855	-0,05107
5,2	0,00966	0,96585	-0,04522	-0,07523	0,01148	1,14840	-0,05361	-0,05205	0,00710	0,71043	-0,03301	-0,03824
5,3	0,00488	0,48771	-0,05041	-0,02872	0,00591	0,59113	-0,05785	-0,03284	0,00366	0,36625	-0,03582	-0,01798
5,4	-0,00019	-0,01851	-0,05083	0,02035	0,00002	0,00178	-0,06002	-0,01056	0,00004	0,00382	-0,03666	0,00122
5,5	-0,00509	-0,50888	-0,04724	0,05141	-0,00593	-0,59282	-0,05890	0,03294	-0,00359	-0,35912	-0,03593	0,01350
5,6	-0,00952	-0,95245	-0,04147	0,06407	-0,01153	-1,15335	-0,05321	0,08097	-0,00707	-0,70738	-0,03373	0,03047
5,7	-0,01333	-1,33304	-0,03465	0,07231	-0,01638	-1,63836	-0,04380	0,10722	-0,01022	-1,02155	-0,02911	0,06197
5,8	-0,01640	-1,64017	-0,02678	0,08517	-0,02021	-2,02061	-0,03266	0,11558	-0,01274	-1,27369	-0,02132	0,09368
5,9	-0,01861	-1,86138	-0,01746	0,10105	-0,02286	-2,28596	-0,02041	0,12928	-0,01438	-1,43800	-0,01154	0,10197
6	-0,01982	-1,98172	-0,00660	0,11615	-0,02420	-2,42041	-0,00648	0,14943	-0,01506	-1,50621	-0,00210	0,08683
6,1	-0,01987	-1,98687	0,00557	0,12740	-0,02410	-2,40970	0,00862	0,15251	-0,01487	-1,48747	0,00585	0,07213
6,2	-0,01868	-1,86751	0,01830	0,12714	-0,02253	-2,25285	0,02275	0,13009	-0,01393	-1,39294	0,01306	0,07209

Fig. A 38. Resposta del sistema per excitació impulsional





6,3	-0,01626	-1,62616	0,02997	0,10624	-0,01967	-1,96692	0,03444	0,10367	-0,01226	-1,22565	0,02040	0,07476
6,4	-0,01283	-1,28296	0,03867	0,06778	-0,01574	-1,57414	0,04412	0,08992	-0,00987	-0,98688	0,02735	0,06429
6,5	-0,00872	-0,87176	0,04357	0,03018	-0,01092	-1,09194	0,05232	0,07423	-0,00686	-0,68643	0,03274	0,04340
6,6	-0,00426	-0,42628	0,04553	0,00903	-0,00541	-0,54101	0,05786	0,03653	-0,00342	-0,34249	0,03605	0,02287
6,7	0,00031	0,03122	0,04597	-0,00019	0,00043	0,04339	0,05902	-0,01344	0,00024	0,02405	0,03726	0,00127
6,8	0,00487	0,48714	0,04521	-0,01497	0,00618	0,61787	0,05588	-0,04930	0,00390	0,38986	0,03590	-0,02834
6,9	0,00925	0,92459	0,04228	-0,04377	0,01147	1,14746	0,05004	-0,06752	0,00727	0,72722	0,03157	-0,05834
7	0,01317	1,31679	0,03616	-0,07846	0,01609	1,60880	0,04223	-0,08866	0,01010	1,01046	0,02508	-0,07150
7,1	0,01632	1,63218	0,02691	-0,10658	0,01979	1,97893	0,03179	-0,12003	0,01227	1,22659	0,01815	-0,06709
7,2	0,01844	1,84401	0,01545	-0,12257	0,02231	2,23131	0,01868	-0,14222	0,01375	1,37500	0,01154	-0,06516
7,3	0,01937	1,93662	0,00307	-0,12520	0,02347	2,34739	0,00453	-0,14074	0,01454	1,45441	0,00435	-0,07862
7,4	0,01908	1,90755	-0,00888	-0,11372	0,02325	2,32528	-0,00896	-0,12905	0,01455	1,45458	-0,00431	-0,09454
7,5	0,01767	1,76718	-0,01919	-0,09258	0,02172	2,17224	-0,02165	-0,12489	0,01365	1,36457	-0,01369	-0,09299
7,6	0,01534	1,53365	-0,02751	-0,07372	0,01894	1,89445	-0,03391	-0,12016	0,01186	1,18601	-0,02202	-0,07370
7,7	0,01224	1,22380	-0,03446	-0,06529	0,01502	1,50162	-0,04466	-0,09494	0,00934	0,93445	-0,02829	-0,05159
7,8	0,00848	0,84798	-0,04070	-0,05958	0,01018	1,01824	-0,05202	-0,05218	0,00630	0,63042	-0,03252	-0,03297
7,9	0,00416	0,41597	-0,04570	-0,04030	0,00481	0,48115	-0,05540	-0,01554	0,00294	0,29404	-0,03476	-0,01189
8	-0,00052	-0,05173	-0,04784	-0,00256	-0,00075	-0,07519	-0,05586	0,00629	-0,00054	-0,05354	-0,03476	0,01196
8,1	-0,00521	-0,52067	-0,04595	0,04046	-0,00625	-0,62473	-0,05404	0,03016	-0,00391	-0,39100	-0,03273	0,02847
8,2	-0,00952	-0,95192	-0,04030	0,07244	-0,01141	-1,14071	-0,04915	0,06762	-0,00702	-0,70244	-0,02955	0,03515
8,3	-0,01315	-1,31454	-0,03222	0,08913	-0,01589	-1,58936	-0,04058	0,10395	-0,00978	-0,97785	-0,02553	0,04536
8,4	-0,01590	-1,59045	-0,02296	0,09618	-0,01939	-1,93892	-0,02934	0,12084	-0,01205	-1,20461	-0,01982	0,06873
8,5	-0,01771	-1,77131	-0,01321	0,09868	-0,02171	-2,17104	-0,01709	0,12412	-0,01362	-1,36236	-0,01173	0,09322
8,6	-0,01854	-1,85403	-0,00333	0,09902	-0,02278	-2,27814	-0,00433	0,13100	-0,01432	-1,43156	-0,00211	0,09901
8,7	-0,01837	-1,83745	0,00664	0,10046	-0,02254	-2,25386	0,00919	0,13939	-0,01407	-1,40673	0,00708	0,08486
8,8	-0,01720	-1,71990	0,01687	0,10398	-0,02094	-2,09439	0,02271	0,13097	-0,01298	-1,29778	0,01471	0,06778
8,9	-0,01500	-1,49978	0,02716	0,10180	-0,01809	-1,80896	0,03438	0,10253	-0,01119	-1,11916	0,02101	0,05826
9	-0,01182	-1,18217	0,03637	0,08241	-0,01421	-1,42129	0,04315	0,07291	-0,00882	-0,88205	0,02641	0,04967
9,1	-0,00787	-0,78657	0,04275	0,04532	-0,00958	-0,95807	0,04949	0,05386	-0,00597	-0,59695	0,03061	0,03437
9,2	-0,00346	-0,34638	0,04529	0,00532	-0,00441	-0,44148	0,05383	0,03283	-0,00278	-0,27812	0,03315	0,01644
9,3	0,00102	0,10224	0,04444	-0,02226	0,00104	0,10396	0,05526	-0,00406	0,00058	0,05781	0,03403	0,00120
9,4	0,00532	0,53187	0,04149	-0,03677	0,00644	0,64382	0,05271	-0,04705	0,00394	0,39424	0,03325	-0,01690
9,5	0,00925	0,92531	0,03720	-0,04894	0,01140	1,14002	0,04653	-0,07643	0,00711	0,71149	0,03020	-0,04412
9,6	0,01269	1,26858	0,03145	-0,06607	0,01563	1,56334	0,03813	-0,09163	0,00985	0,98455	0,02441	-0,07157
9,7	0,01545	1,54501	0,02384	-0,08622	0,01895	1,89468	0,02814	-0,10819	0,01190	1,19010	0,01669	-0,08284
9,8	0,01736	1,73574	0,01431	-0,10431	0,02117	2,11677	0,01628	-0,12904	0,01317	1,31717	0,00872	-0,07664

Fig. A 39. Resposta del sistema per excitació impulsional



9,9	0,01824	1,82361	0,00326	-0,11662	0,02213	2,21267	0,00290	-0,13847	0,01368	1,36790	0,00143	-0,06925
10	0,01798	1,79752	-0,00848	-0,11829	0,02175	2,17506	-0,01042	-0,12808	0,01347	1,34690	-0,00563	-0,07180
10,1	0,01657	1,65707	-0,01961	-0,10425	0,02011	2,01108	-0,02237	-0,11083	0,01254	1,25358	-0,01304	-0,07642
10,2	0,01416	1,41564	-0,02868	-0,07709	0,01735	1,73476	-0,03289	-0,09966	0,01087	1,08655	-0,02037	-0,07020
10,3	0,01097	1,09729	-0,03500	-0,04931	0,01359	1,35926	-0,04221	-0,08658	0,00852	0,85198	-0,02654	-0,05331
10,4	0,00727	0,72708	-0,03905	-0,03168	0,00901	0,90129	-0,04939	-0,05702	0,00565	0,56465	-0,03092	-0,03423
10,5	0,00323	0,32345	-0,04168	-0,02101	0,00389	0,38924	-0,05302	-0,01575	0,00243	0,24325	-0,03336	-0,01451
10,6	-0,00100	-0,09978	-0,04297	-0,00471	-0,00140	-0,14035	-0,05289	0,01841	-0,00091	-0,09148	-0,03359	0,00992
10,7	-0,00525	-0,52475	-0,04203	0,02347	-0,00655	-0,65462	-0,04996	0,04019	-0,00416	-0,41609	-0,03134	0,03513
10,8	-0,00925	-0,92496	-0,03801	0,05681	-0,01129	-1,12852	-0,04482	0,06270	-0,00708	-0,70817	-0,02708	0,04997
10,9	-0,01270	-1,26977	-0,03095	0,08452	-0,01538	-1,53787	-0,03705	0,09262	-0,00953	-0,95326	-0,02194	0,05285
11	-0,01533	-1,53275	-0,02165	0,10147	-0,01856	-1,85588	-0,02655	0,11743	-0,01145	-1,14529	-0,01647	0,05662
11,1	-0,01697	-1,69699	-0,01120	0,10752	-0,02061	-2,06077	-0,01443	0,12497	-0,01278	-1,27815	-0,01011	0,07059
11,2	-0,01756	-1,75622	-0,00065	0,10350	-0,02143	-2,14328	-0,00207	0,12213	-0,01340	-1,34003	-0,00227	0,08613
11,3	-0,01714	-1,71367	0,00916	0,09261	-0,02103	-2,10306	0,01012	0,12171	-0,01319	-1,31916	0,00644	0,08816
11,4	-0,01578	-1,57843	0,01789	0,08203	-0,01941	-1,94144	0,02221	0,12005	-0,01214	-1,21392	0,01460	0,07500
11,5	-0,01360	-1,35989	0,02582	0,07649	-0,01664	-1,66356	0,03337	0,10321	-0,01035	-1,03472	0,02124	0,05766
11,6	-0,01065	-1,06498	0,03317	0,07050	-0,01286	-1,28627	0,04209	0,07120	-0,00797	-0,79729	0,02625	0,04263
11,7	-0,00702	-0,70247	0,03934	0,05290	-0,00838	-0,83757	0,04765	0,04004	-0,00518	-0,51753	0,02970	0,02641
11,8	-0,00291	-0,29076	0,04301	0,02049	-0,00347	-0,34656	0,05055	0,01791	-0,00212	-0,21209	0,03138	0,00724
11,9	0,00140	0,14025	0,04319	-0,01673	0,00162	0,16207	0,05118	-0,00538	0,00101	0,10129	0,03129	-0,00911
12	0,00557	0,55652	0,04006	-0,04597	0,00663	0,66275	0,04896	-0,03896	0,00407	0,40693	0,02984	-0,02000
12,1	0,00930	0,92974	0,03458	-0,06356	0,01124	1,12417	0,04332	-0,07375	0,00692	0,69203	0,02718	-0,03306
12,2	0,01241	1,24114	0,02770	-0,07418	0,01515	1,51508	0,03486	-0,09554	0,00942	0,94193	0,02280	-0,05465
12,3	0,01479	1,47896	0,01987	-0,08243	0,01813	1,81334	0,02479	-0,10582	0,01137	1,13702	0,01622	-0,07689
12,4	0,01635	1,63461	0,01126	-0,08963	0,02006	2,00574	0,01369	-0,11625	0,01259	1,25864	0,00810	-0,08548
12,5	0,01701	1,70076	0,00196	-0,09635	0,02082	2,08180	0,00152	-0,12707	0,01299	1,29868	-0,00009	-0,07842
12,6	0,01671	1,67083	-0,00795	-0,10193	0,02034	2,03381	-0,01112	-0,12579	0,01261	1,26124	-0,00740	-0,06764
12,7	0,01541	1,54061	-0,01810	-0,10100	0,01864	1,86409	-0,02282	-0,10824	0,01155	1,15491	-0,01387	-0,06182
12,8	0,01313	1,31285	-0,02746	-0,08620	0,01587	1,58723	-0,03255	-0,08633	0,00987	0,98656	-0,01980	-0,05680
12,9	0,01002	1,00235	-0,03465	-0,05761	0,01223	1,22274	-0,04035	-0,06959	0,00763	0,76291	-0,02493	-0,04574
13	0,00635	0,63502	-0,03882	-0,02584	0,00789	0,78915	-0,04637	-0,05089	0,00495	0,49468	-0,02872	-0,03007
13,1	0,00240	0,23986	-0,04021	-0,00207	0,00308	0,30773	-0,04991	-0,01999	0,00196	0,19641	-0,03094	-0,01428
13,2	-0,00160	-0,15955	-0,03967	0,01302	-0,00192	-0,19200	-0,05003	0,01765	-0,00116	-0,11561	-0,03147	0,00361
13,3	-0,00546	-0,54610	-0,03764	0,02746	-0,00676	-0,67601	-0,04677	0,04754	-0,00423	-0,42258	-0,02993	0,02727
13,4	-0,00904	-0,90394	-0,03393	0,04689	-0,01115	-1,11512	-0,04105	0,06690	-0,00702	-0,70221	-0,02600	0,05123

Fig. A 40. Resposta del sistema per excitació impulsional





13,5	-0,01214	-1,21416	-0,02812	0,06925	-0,01487	-1,48745	-0,03342	0,08574	-0,00933	-0,93334	-0,02023	0,06428
13,6	-0,01456	-1,45574	-0,02020	0,08919	-0,01773	-1,77334	-0,02376	0,10737	-0,01103	-1,10336	-0,01378	0,06466
13,7	-0,01610	-1,60970	-0,01060	0,10284	-0,01954	-1,95377	-0,01232	0,12139	-0,01209	-1,20918	-0,00739	0,06318
13,8	-0,01663	-1,66319	-0,00010	0,10704	-0,02017	-2,01661	-0,00024	0,12022	-0,01250	-1,25020	-0,00082	0,06821
13,9	-0,01613	-1,61265	0,01021	0,09919	-0,01961	-1,96120	0,01133	0,11116	-0,01223	-1,22268	0,00632	0,07452
14	-0,01465	-1,46540	0,01924	0,08141	-0,01794	-1,79421	0,02207	0,10381	-0,01123	-1,12286	0,01364	0,07192
14,1	-0,01237	-1,23713	0,02641	0,06204	-0,01524	-1,52399	0,03197	0,09412	-0,00954	-0,95366	0,02020	0,05921
14,2	-0,00945	-0,94544	0,03193	0,04823	-0,01163	-1,16284	0,04026	0,07174	-0,00726	-0,72615	0,02530	0,04287
14,3	-0,00605	-0,60470	0,03622	0,03770	-0,00733	-0,73264	0,04578	0,03857	-0,00456	-0,45595	0,02873	0,02576
14,4	-0,00228	-0,22768	0,03918	0,02148	-0,00263	-0,26328	0,04810	0,00778	-0,00161	-0,16074	0,03031	0,00572
14,5	0,00168	0,16828	0,04001	-0,00486	0,00216	0,21585	0,04773	-0,01505	0,00140	0,13991	0,02982	-0,01545
14,6	0,00558	0,55823	0,03798	-0,03584	0,00680	0,67992	0,04508	-0,03793	0,00427	0,42660	0,02751	-0,03070
14,7	0,00913	0,91344	0,03306	-0,06243	0,01105	1,10467	0,03987	-0,06637	0,00684	0,68450	0,02407	-0,03826
14,8	0,01208	1,20845	0,02594	-0,08009	0,01464	1,46367	0,03193	-0,09236	0,00904	0,90408	0,01985	-0,04605
14,9	0,01426	1,42551	0,01748	-0,08916	0,01733	1,73338	0,02201	-0,10606	0,01076	1,07595	0,01452	-0,06049
15	0,01555	1,55520	0,00846	-0,09109	0,01899	1,89939	0,01119	-0,11030	0,01187	1,18711	0,00771	-0,07579
15,1	0,01595	1,59502	-0,00050	-0,08812	0,01955	1,95526	-0,00002	-0,11394	0,01225	1,22508	-0,00011	-0,08068
15,2	0,01547	1,54695	-0,00912	-0,08425	0,01898	1,89765	-0,01150	-0,11570	0,01186	1,18552	-0,00780	-0,07294
15,3	0,01414	1,41425	-0,01742	-0,08187	0,01727	1,72722	-0,02258	-0,10595	0,01074	1,07421	-0,01447	-0,06049
15,4	0,01200	1,20030	-0,02537	-0,07701	0,01454	1,45407	-0,03205	-0,08326	0,00902	0,90212	-0,01995	-0,04919
15,5	0,00912	0,91186	-0,03232	-0,06210	0,01098	1,09826	-0,03912	-0,05819	0,00681	0,68103	-0,02427	-0,03713
15,6	0,00564	0,56432	-0,03718	-0,03515	0,00683	0,68309	-0,04392	-0,03776	0,00424	0,42357	-0,02723	-0,02203
15,7	0,00183	0,18276	-0,03913	-0,00371	0,00230	0,23047	-0,04661	-0,01609	0,00144	0,14409	-0,02867	-0,00688
15,8	-0,00204	-0,20384	-0,03819	0,02241	-0,00236	-0,23622	-0,04673	0,01367	-0,00143	-0,14286	-0,02872	0,00592
15,9	-0,00570	-0,57012	-0,03506	0,04014	-0,00689	-0,68858	-0,04374	0,04605	-0,00423	-0,42348	-0,02741	0,02033
16	-0,00897	-0,89744	-0,03040	0,05317	-0,01097	-1,09695	-0,03793	0,07024	-0,00682	-0,68238	-0,02437	0,04031
16,1	-0,01172	-1,17181	-0,02447	0,06535	-0,01437	-1,43735	-0,03015	0,08532	-0,00901	-0,90088	-0,01933	0,06065
16,2	-0,01381	-1,38091	-0,01735	0,07722	-0,01693	-1,69280	-0,02094	0,09890	-0,01061	-1,06118	-0,01273	0,07119
16,3	-0,01513	-1,51309	-0,00909	0,08785	-0,01849	-1,84945	-0,01039	0,11209	-0,01153	-1,15329	-0,00569	0,06972
16,4	-0,01558	-1,55813	0,00008	0,09565	-0,01896	-1,89622	0,00104	0,11648	-0,01177	-1,17664	0,00102	0,06442
16,5	-0,01509	-1,50919	0,00970	0,09678	-0,01830	-1,82978	0,01225	0,10777	-0,01135	-1,13483	0,00734	0,06209
16,6	-0,01366	-1,36628	0,01888	0,08665	-0,01657	-1,65705	0,02230	0,09317	-0,01031	-1,03084	0,01345	0,06013
16,7	-0,01139	-1,13944	0,02649	0,06565	-0,01391	-1,39079	0,03095	0,07998	-0,00868	-0,86807	0,01910	0,05276
16,8	-0,00848	-0,84780	0,03184	0,04127	-0,01045	-1,04515	0,03817	0,06443	-0,00654	-0,65390	0,02373	0,03992
16,9	-0,00514	-0,51373	0,03498	0,02150	-0,00638	-0,63750	0,04335	0,03915	-0,00400	-0,40031	0,02699	0,02514
17	-0,00157	-0,15686	0,03640	0,00693	-0,00192	-0,19243	0,04566	0,00699	-0,00122	-0,12204	0,02867	0,00849

Fig. A 41. Resposta del sistema per excitació impulsional



17,1	0,00207	0,20677	0,03633	-0,00833	0,00261	0,26054	0,04493	-0,02155	0,00164	0,16377	0,02849	-0,01198
17,2	0,00561	0,56085	0,03449	-0,02848	0,00694	0,69376	0,04171	-0,04288	0,00437	0,43747	0,02625	-0,03292
17,3	0,00886	0,88573	0,03049	-0,05151	0,01084	1,08437	0,03641	-0,06312	0,00680	0,68002	0,02226	-0,04679
17,4	0,01160	1,15966	0,02430	-0,07232	0,01411	1,41139	0,02899	-0,08524	0,00878	0,87801	0,01733	-0,05176
17,5	0,01363	1,36276	0,01632	-0,08716	0,01654	1,65441	0,01961	-0,10240	0,01025	1,02471	0,01201	-0,05483
17,6	0,01481	1,48073	0,00727	-0,09393	0,01798	1,79789	0,00909	-0,10810	0,01116	1,11555	0,00616	-0,06201
17,7	0,01507	1,50708	-0,00200	-0,09145	0,01835	1,83522	-0,00162	-0,10601	0,01144	1,14423	-0,00043	-0,06978
17,8	0,01444	1,44387	-0,01064	-0,08139	0,01767	1,76678	-0,01207	-0,10294	0,01105	1,10496	-0,00743	-0,07024
17,9	0,01300	1,29981	-0,01817	-0,06913	0,01596	1,59611	-0,02207	-0,09704	0,00998	0,99772	-0,01402	-0,06160
18	0,01086	1,08604	-0,02459	-0,05923	0,01331	1,33091	-0,03097	-0,08108	0,00830	0,82996	-0,01953	-0,04863
18,1	0,00813	0,81287	-0,03005	-0,04998	0,00987	0,98707	-0,03780	-0,05537	0,00614	0,61385	-0,02369	-0,03454
18,2	0,00491	0,49114	-0,03430	-0,03504	0,00588	0,58804	-0,04201	-0,02894	0,00364	0,36371	-0,02634	-0,01840
18,3	0,00137	0,13655	-0,03662	-0,01140	0,00159	0,15897	-0,04380	-0,00692	0,00096	0,09553	-0,02730	-0,00081
18,4	-0,00228	-0,22837	-0,03636	0,01653	-0,00277	-0,27698	-0,04339	0,01529	-0,00174	-0,17418	-0,02664	0,01393
18,5	-0,00578	-0,57753	-0,03347	0,04139	-0,00697	-0,69652	-0,04052	0,04195	-0,00431	-0,43108	-0,02474	0,02415
18,6	-0,00887	-0,88704	-0,02843	0,05931	-0,01074	-1,07428	-0,03503	0,06797	-0,00664	-0,66380	-0,02181	0,03449
18,7	-0,01139	-1,13887	-0,02193	0,07070	-0,01386	-1,38618	-0,02735	0,08555	-0,00861	-0,86094	-0,01762	0,04917
18,8	-0,01321	-1,32123	-0,01454	0,07717	-0,01615	-1,61452	-0,01832	0,09514	-0,01009	-1,00882	-0,01195	0,06422
18,9	-0,01427	-1,42729	-0,00667	0,08016	-0,01748	-1,74827	-0,00843	0,10257	-0,01094	-1,09446	-0,00518	0,07133
19	-0,01454	-1,45358	0,00142	0,08162	-0,01780	-1,78001	0,00208	0,10772	-0,01111	-1,11134	0,00180	0,06819
19,1	-0,01398	-1,39841	0,00962	0,08239	-0,01706	-1,70625	0,01267	0,10396	-0,01061	-1,06121	0,00823	0,06034
19,2	-0,01262	-1,26177	0,01771	0,07949	-0,01531	-1,53127	0,02233	0,08927	-0,00951	-0,95069	0,01388	0,05270
19,3	-0,01048	-1,04783	0,02508	0,06784	-0,01268	-1,26807	0,03031	0,07037	-0,00788	-0,78765	0,01873	0,04431
19,4	-0,00769	-0,76852	0,03078	0,04629	-0,00934	-0,93414	0,03648	0,05292	-0,00581	-0,58109	0,02259	0,03282
19,5	-0,00444	-0,44399	0,03412	0,02046	-0,00548	-0,54771	0,04081	0,03375	-0,00342	-0,34214	0,02520	0,01955
19,6	-0,00098	-0,09822	0,03503	-0,00225	-0,00129	-0,12921	0,04289	0,00789	-0,00084	-0,08360	0,02651	0,00649
19,7	0,00247	0,24670	0,03395	-0,01936	0,00296	0,29632	0,04221	-0,02145	0,00181	0,18105	0,02643	-0,00809
19,8	0,00573	0,57296	0,03130	-0,03368	0,00702	0,70156	0,03883	-0,04614	0,00437	0,43668	0,02470	-0,02642
19,9	0,00865	0,86548	0,02720	-0,04822	0,01062	1,06233	0,03332	-0,06413	0,00666	0,66582	0,02113	-0,04504
20	0,01110	1,10971	0,02164	-0,06304	0,01359	1,35948	0,02611	-0,08007	0,00852	0,85164	0,01604	-0,05677
20,1	0,01291	1,29128	0,01467	-0,07638	0,01577	1,57675	0,01734	-0,09528	0,00983	0,98294	0,01022	-0,05952
20,2	0,01397	1,39735	0,00654	-0,08621	0,01700	1,70035	0,00738	-0,10404	0,01056	1,05560	0,00431	-0,05873
20,3	0,01419	1,41879	-0,00225	-0,08971	0,01723	1,72252	-0,00294	-0,10240	0,01069	1,06914	-0,00160	-0,05952
20,4	0,01353	1,35281	-0,01094	-0,08404	0,01644	1,64388	-0,01278	-0,09438	0,01023	1,02318	-0,00759	-0,06022
20,5	0,01205	1,20497	-0,01863	-0,06970	0,01471	1,47112	-0,02177	-0,08534	0,00918	0,91821	-0,01341	-0,05609
20,6	0,00988	0,98829	-0,02471	-0,05189	0,01214	1,21373	-0,02971	-0,07345	0,00759	0,75856	-0,01852	-0,04629

Fig. A 42. Resposta del sistema per excitació impulsional





20,7	0,00719	0,71921	-0,02911	-0,03618	0,00885	0,88491	-0,03606	-0,05350	0,00553	0,55337	-0,02251	-0,03351
20,8	0,00413	0,41330	-0,03207	-0,02300	0,00504	0,50427	-0,04007	-0,02681	0,00315	0,31516	-0,02513	-0,01879
20,9	0,00085	0,08483	-0,03362	-0,00809	0,00097	0,09665	-0,04145	-0,00086	0,00059	0,05884	-0,02613	-0,00132
21	-0,00251	-0,25054	-0,03345	0,01157	-0,00313	-0,31293	-0,04046	0,02070	-0,00199	-0,19862	-0,02536	0,01686
21,1	-0,00574	-0,57363	-0,03117	0,03409	-0,00702	-0,70204	-0,03736	0,04134	-0,00440	-0,44028	-0,02298	0,03076
21,2	-0,00863	-0,86306	-0,02672	0,05489	-0,01049	-1,04945	-0,03212	0,06346	-0,00653	-0,65267	-0,01950	0,03870
21,3	-0,01099	-1,09888	-0,02045	0,07056	-0,01334	-1,33415	-0,02482	0,08252	-0,00827	-0,82676	-0,01532	0,04504
21,4	-0,01266	-1,26580	-0,01294	0,07959	-0,01538	-1,53844	-0,01604	0,09315	-0,00955	-0,95517	-0,01037	0,05392
21,5	-0,01355	-1,35489	-0,00488	0,08158	-0,01651	-1,65134	-0,00654	0,09672	-0,01030	-1,02963	-0,00453	0,06289
21,6	-0,01364	-1,36385	0,00309	0,07775	-0,01668	-1,66813	0,00318	0,09783	-0,01043	-1,04270	0,00191	0,06590
21,7	-0,01296	-1,29568	0,01055	0,07143	-0,01588	-1,58788	0,01287	0,09578	-0,00992	-0,99184	0,00826	0,06099
21,8	-0,01156	-1,15603	0,01739	0,06534	-0,01414	-1,41390	0,02193	0,08556	-0,00881	-0,88112	0,01389	0,05158
21,9	-0,00951	-0,95132	0,02356	0,05809	-0,01157	-1,15653	0,02954	0,06663	-0,00719	-0,71919	0,01850	0,04070
22	-0,00690	-0,68991	0,02872	0,04527	-0,00833	-0,83320	0,03512	0,04504	-0,00517	-0,51698	0,02194	0,02810
22,1	-0,00385	-0,38512	0,03223	0,02489	-0,00464	-0,46440	0,03863	0,02515	-0,00287	-0,28711	0,02403	0,01377
22,2	-0,00056	-0,05646	0,03350	0,00044	-0,00071	-0,07064	0,04012	0,00453	-0,00043	-0,04327	0,02473	0,00021
22,3	0,00273	0,27309	0,03241	-0,02220	0,00327	0,32669	0,03935	-0,01996	0,00201	0,20134	0,02419	-0,01113
22,4	0,00582	0,58170	0,02931	-0,03980	0,00704	0,70391	0,03610	-0,04506	0,00435	0,43473	0,02249	-0,02280
22,5	0,00852	0,85168	0,02468	-0,05273	0,01037	1,03742	0,03061	-0,06471	0,00645	0,64460	0,01948	-0,03737
22,6	0,01070	1,06974	0,01893	-0,06243	0,01308	1,30781	0,02347	-0,07804	0,00817	0,81708	0,01501	-0,05206
22,7	0,01226	1,22596	0,01232	-0,06975	0,01501	1,50083	0,01513	-0,08865	0,00939	0,93898	0,00937	-0,06079
22,8	0,01313	1,31287	0,00506	-0,07532	0,01606	1,60581	0,00586	-0,09685	0,01002	1,00212	0,00326	-0,06140
22,9	0,01325	1,32494	-0,00265	-0,07899	0,01616	1,61567	-0,00389	-0,09807	0,01005	1,00496	-0,00269	-0,05764
23	0,01259	1,25907	-0,01052	-0,07845	0,01530	1,52975	-0,01330	-0,09014	0,00950	0,95027	-0,00824	-0,05341
23,1	0,01117	1,11666	-0,01796	-0,07029	0,01355	1,35495	-0,02166	-0,07715	0,00842	0,84241	-0,01333	-0,04826
23,2	0,00906	0,90601	-0,02417	-0,05390	0,01103	1,10318	-0,02869	-0,06341	0,00687	0,68706	-0,01774	-0,04004
23,3	0,00642	0,64248	-0,02853	-0,03340	0,00789	0,78858	-0,03423	-0,04736	0,00492	0,49236	-0,02120	-0,02904
23,4	0,00345	0,34522	-0,03092	-0,01427	0,00428	0,42808	-0,03787	-0,02549	0,00269	0,26892	-0,02349	-0,01684
23,5	0,00033	0,03286	-0,03155	0,00155	0,00043	0,04307	-0,03913	0,00034	0,00029	0,02906	-0,02448	-0,00301
23,6	-0,00278	-0,27826	-0,03067	0,01614	-0,00342	-0,34211	-0,03791	0,02413	-0,00213	-0,21314	-0,02396	0,01355
23,7	-0,00573	-0,57297	-0,02827	0,03176	-0,00704	-0,70428	-0,03453	0,04342	-0,00442	-0,44168	-0,02175	0,03048
23,8	-0,00836	-0,83574	-0,02428	0,04812	-0,01023	-1,02349	-0,02932	0,06083	-0,00641	-0,64092	-0,01809	0,04275
23,9	-0,01051	-1,05073	-0,01872	0,06313	-0,01282	-1,28207	-0,02240	0,07748	-0,00799	-0,79903	-0,01353	0,04851
24	-0,01203	-1,20348	-0,01183	0,07461	-0,01464	-1,46433	-0,01405	0,08947	-0,00909	-0,90939	-0,00854	0,05126
24,1	-0,01283	-1,28302	-0,00408	0,08042	-0,01559	-1,55915	-0,00491	0,09331	-0,00968	-0,96831	-0,00324	0,05468
24,2	-0,01284	-1,28401	0,00388	0,07878	-0,01562	-1,56221	0,00430	0,09098	-0,00973	-0,97268	0,00237	0,05764

Fig. A 43. Resposta del sistema per excitació impulsional



24,3	-0,01208	-1,20797	0,01133	0,07017	-0,01475	-1,47490	0,01316	0,08619	-0,00920	-0,92047	0,00807	0,05633
24,4	-0,01063	-1,06261	0,01774	0,05813	-0,01302	-1,30221	0,02138	0,07816	-0,00813	-0,81329	0,01337	0,04957
24,5	-0,00859	-0,85904	0,02297	0,04640	-0,01053	-1,05308	0,02845	0,06324	-0,00657	-0,65742	0,01781	0,03931
24,6	-0,00609	-0,60893	0,02705	0,03523	-0,00742	-0,74232	0,03370	0,04189	-0,00463	-0,46276	0,02112	0,02695
24,7	-0,00324	-0,32420	0,02989	0,02157	-0,00390	-0,38997	0,03677	0,01933	-0,00242	-0,24171	0,02309	0,01237
24,8	-0,00019	-0,01906	0,03114	0,00332	-0,00018	-0,01776	0,03768	-0,00112	-0,00009	-0,00854	0,02355	-0,00320
24,9	0,00289	0,28869	0,03041	-0,01783	0,00353	0,35341	0,03656	-0,02124	0,00222	0,22201	0,02256	-0,01650
25	0,00579	0,57887	0,02763	-0,03790	0,00703	0,70299	0,03336	-0,04277	0,00437	0,43698	0,02043	-0,02610
25,1	0,00832	0,83217	0,02304	-0,05389	0,01010	1,01020	0,02808	-0,06267	0,00626	0,62613	0,01740	-0,03458
25,2	0,01033	1,03289	0,01711	-0,06467	0,01256	1,25623	0,02112	-0,07658	0,00780	0,78031	0,01344	-0,04464
25,3	0,01170	1,17026	0,01037	-0,07018	0,01427	1,42718	0,01307	-0,08452	0,00890	0,88990	0,00848	-0,05450
25,4	0,01239	1,23855	0,00329	-0,07126	0,01514	1,51438	0,00437	-0,08936	0,00946	0,94619	0,00278	-0,05956
25,5	0,01236	1,23621	-0,00376	-0,06980	0,01513	1,51303	-0,00464	-0,09095	0,00945	0,94459	-0,00310	-0,05794
25,6	0,01164	1,16435	-0,01061	-0,06725	0,01422	1,42243	-0,01348	-0,08577	0,00886	0,88614	-0,00859	-0,05197
25,7	0,01026	1,02581	-0,01710	-0,06241	0,01248	1,24798	-0,02141	-0,07291	0,00776	0,77615	-0,01340	-0,04425
25,8	0,00826	0,82620	-0,02283	-0,05222	0,01002	1,00155	-0,02787	-0,05629	0,00622	0,62232	-0,01736	-0,03491
25,9	0,00576	0,57603	-0,02721	-0,03538	0,00699	0,69890	-0,03266	-0,03938	0,00434	0,43406	-0,02029	-0,02361
26	0,00291	0,29145	-0,02971	-0,01464	0,00357	0,35722	-0,03568	-0,02106	0,00222	0,22235	-0,02205	-0,01170
26,1	-0,00008	-0,00794	-0,03017	0,00540	-0,00005	-0,00462	-0,03669	0,00084	-0,00001	-0,00120	-0,02266	-0,00035
26,2	-0,00303	-0,30276	-0,02879	0,02212	-0,00365	-0,36524	-0,03543	0,02427	-0,00225	-0,22495	-0,02209	0,01164
26,3	-0,00576	-0,57622	-0,02590	0,03579	-0,00702	-0,70238	-0,03199	0,04456	-0,00437	-0,43653	-0,02022	0,02572
26,4	-0,00814	-0,81437	-0,02173	0,04754	-0,00996	-0,99612	-0,02676	0,06019	-0,00622	-0,62237	-0,01694	0,03989
26,5	-0,01005	-1,00535	-0,01646	0,05781	-0,01230	-1,23032	-0,02009	0,07319	-0,00769	-0,76941	-0,01247	0,04968
26,6	-0,01139	-1,13893	-0,01025	0,06640	-0,01392	-1,39191	-0,01223	0,08390	-0,00868	-0,86834	-0,00732	0,05320
26,7	-0,01207	-1,20672	-0,00330	0,07257	-0,01471	-1,47096	-0,00358	0,08915	-0,00915	-0,91503	-0,00202	0,05289
26,8	-0,01203	-1,20300	0,00405	0,07446	-0,01463	-1,46276	0,00522	0,08683	-0,00909	-0,90906	0,00321	0,05169
26,9	-0,01126	-1,12647	0,01126	0,06975	-0,01369	-1,36905	0,01352	0,07923	-0,00852	-0,85167	0,00827	0,04939
27	-0,00982	-0,98191	0,01765	0,05815	-0,01197	-1,19665	0,02096	0,06948	-0,00746	-0,74564	0,01294	0,04410
27,1	-0,00780	-0,78018	0,02269	0,04261	-0,00955	-0,95547	0,02728	0,05691	-0,00596	-0,59632	0,01692	0,03556
27,2	-0,00536	-0,53583	0,02618	0,02711	-0,00659	-0,65870	0,03208	0,03910	-0,00412	-0,41196	0,01995	0,02494
27,3	-0,00264	-0,26400	0,02819	0,01311	-0,00324	-0,32388	0,03489	0,01706	-0,00203	-0,20311	0,02182	0,01250
27,4	0,00021	0,02093	0,02880	-0,00090	0,00028	0,02803	0,03550	-0,00484	0,00018	0,01769	0,02234	-0,00214
27,5	0,00305	0,30455	0,02793	-0,01655	0,00376	0,37576	0,03405	-0,02413	0,00236	0,23622	0,02137	-0,01732
27,6	0,00571	0,57134	0,02543	-0,03333	0,00700	0,69969	0,03074	-0,04208	0,00438	0,43816	0,01902	-0,02957
27,7	0,00805	0,80504	0,02131	-0,04913	0,00982	0,98166	0,02566	-0,05950	0,00612	0,61167	0,01568	-0,03730
27,8	0,00990	0,99040	0,01576	-0,06177	0,01205	1,20495	0,01900	-0,07368	0,00748	0,74847	0,01168	-0,04265

Fig. A 44. Resposta del sistema per excitació impulsional



27,9	0,01115	1,11520	0,00920	-0,06956	0,01356	1,35611	0,01123	-0,08163	0,00843	0,84258	0,00714	-0,04815
28	0,01172	1,17194	0,00215	-0,07138	0,01427	1,42704	0,00295	-0,08399	0,00889	0,88872	0,00209	-0,05297
28,1	0,01159	1,15869	-0,00480	-0,06761	0,01415	1,41476	-0,00541	-0,08321	0,00883	0,88281	-0,00327	-0,05408
28,2	0,01079	1,07866	-0,01121	-0,06053	0,01320	1,32014	-0,01352	-0,07897	0,00824	0,82408	-0,00848	-0,05018
28,3	0,00938	0,93831	-0,01686	-0,05258	0,01148	1,14804	-0,02090	-0,06875	0,00716	0,71608	-0,01312	-0,04262
28,4	0,00746	0,74558	-0,02168	-0,04381	0,00909	0,90870	-0,02696	-0,05248	0,00566	0,56602	-0,01689	-0,03284
28,5	0,00510	0,50980	-0,02547	-0,03203	0,00617	0,61750	-0,03128	-0,03374	0,00384	0,38363	-0,01959	-0,02106
28,6	0,00243	0,24310	-0,02787	-0,01582	0,00292	0,29246	-0,03373	-0,01535	0,00180	0,18048	-0,02104	-0,00802
28,7	-0,00039	-0,03869	-0,02849	0,00331	-0,00048	-0,04782	-0,03433	0,00344	-0,00031	-0,03089	-0,02123	0,00420
28,8	-0,00317	-0,31727	-0,02722	0,02207	-0,00384	-0,38427	-0,03296	0,02379	-0,00239	-0,23856	-0,02030	0,01444
28,9	-0,00575	-0,57452	-0,02423	0,03786	-0,00697	-0,69705	-0,02959	0,04363	-0,00432	-0,43194	-0,01838	0,02409
29	-0,00795	-0,79488	-0,01985	0,04978	-0,00967	-0,96722	-0,02444	0,05944	-0,00601	-0,60097	-0,01543	0,03480
29,1	-0,00966	-0,96642	-0,01446	0,05788	-0,01179	-1,17913	-0,01794	0,07050	-0,00735	-0,73528	-0,01143	0,04522
29,2	-0,01081	-1,08090	-0,00843	0,06268	-0,01321	-1,32132	-0,01050	0,07844	-0,00825	-0,82531	-0,00658	0,05185
29,3	-0,01133	-1,13330	-0,00205	0,06509	-0,01386	-1,38586	-0,00241	0,08323	-0,00865	-0,86486	-0,00133	0,05298
29,4	-0,01121	-1,12107	0,00449	0,06569	-0,01369	-1,36857	0,00587	0,08241	-0,00852	-0,85242	0,00382	0,05014
29,5	-0,01044	-1,04387	0,01095	0,06340	-0,01271	-1,27055	0,01373	0,07488	-0,00790	-0,79032	0,00860	0,04540
29,6	-0,00905	-0,90453	0,01692	0,05606	-0,01099	-1,09872	0,02063	0,06306	-0,00683	-0,68323	0,01282	0,03903
29,7	-0,00711	-0,71061	0,02187	0,04285	-0,00864	-0,86424	0,02626	0,04960	-0,00538	-0,53763	0,01630	0,03055
29,8	-0,00475	-0,47477	0,02530	0,02588	-0,00581	-0,58066	0,03045	0,03411	-0,00362	-0,36186	0,01886	0,02058
29,9	-0,00213	-0,21311	0,02703	0,00868	-0,00264	-0,26386	0,03291	0,01511	-0,00166	-0,16566	0,02039	0,01002
30	0,00058	0,05769	0,02713	-0,00667	0,00068	0,06751	0,03336	-0,00607	0,00040	0,04031	0,02081	-0,00153

Fig. A 45. Resposta del sistema per excitació impulsional



**Equació de tercer grau**

$ax^3+bx^2+cx+d=0$

	a	b	c	d
	-17,49500474	6769,331454	-519331,1916	2856714,957

**Solucions**

	Real	Im.
$x'$	284,665884	0
$x''$	5,956038174	0
$x'''$	96,30746462	0

---

**Procediment**

$ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$

	a	b	c	d
	-17,49500474	6769,331454	-519331,1916	2856714,957

$y^3 + py + q = 0$                        $x = y - b/(3a)$                        $b/(3a) =$  -128,9764622

	p	q	
	-20220,24209	-625708,6151	Discriminant = $q^2/4 + p^3/27$
			-2,08315E+11

**Solucions**

**Discriminant < 0**

	Real	Imaginari	
Valors sota la 1ª arrel cúbica	312854,3076	456415,6043	$-q/2 + [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$
Valors sota la 2ª arrel cúbica	312854,3076	-456415,6043	$-q/2 - [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$
	$-q/2$	$[(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$	

	Real	Imaginari	
$U'$	77,84471085	26,08221019	$= U'$
	-61,51021204	54,37439205	$= U''$
	-16,33449881	-80,45660224	$= U'''$

**Primera solució**

	Real	Im.	
$U'$	77,84471085	26,08221019	
$U'^3$	312854,3076	456415,6043	
$U' * V'$	6740,080696	0	

**Segona solució**

	Real	Im.	
$V'$	77,84471085	-26,0822102	
$V'^3$	312854,308	-456416	
$U'^3 + V'^3$	625708,615	0	

	Real	Im.	
$U''$	-61,51021204	54,37439205	
$V''$	-61,51021204	-54,3743921	

**Fig. A 46.** Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació impulsional





$U^{n3} = \begin{matrix} \text{Real} \\ 312854,3076 \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Im.} \\ 456415,6043 \end{matrix}$ $U'' * V'' = \begin{matrix} 6740,080696 \end{matrix} + \begin{matrix} 0 \end{matrix}$	$V^{n3} = \begin{matrix} \text{Real} \\ 312854,308 \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Im.} \\ -456416 \end{matrix}$ $U^{n3} + V^{n3} = \begin{matrix} 625708,615 \end{matrix} + \begin{matrix} 0 \end{matrix}$
---	---

Tercera solució

$U''' = \begin{matrix} \text{Real} \\ -16,33449881 \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Im.} \\ -80,45660224 \end{matrix}$ $U^{m3} = \begin{matrix} \text{Real} \\ 312854,3076 \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Im.} \\ 456415,6043 \end{matrix}$ $U^{m3} * V^{m3} = \begin{matrix} 6740,080696 \end{matrix} + \begin{matrix} 0 \end{matrix}$	$V''' = \begin{matrix} \text{Real} \\ -16,33449881 \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Im.} \\ 80,4566022 \end{matrix}$ $V^{m3} = \begin{matrix} \text{Real} \\ 312854,308 \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Imm.} \\ -456416 \end{matrix}$ $U^{m3} + V^{m3} = \begin{matrix} 625708,615 \end{matrix} + \begin{matrix} 0 \end{matrix}$
---	--

U \* V ha de ser igual a -P/3 = 6740,080696

U<sup>3</sup> + V<sup>3</sup> ha de ser igual a -q = 625708,6151

Recalculant:

$y' = \begin{matrix} \text{Real} \\ 155,6894217 \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Im.} \\ 0 \end{matrix}$ $y'' = \begin{matrix} -123,0204241 \end{matrix} + \begin{matrix} 0 \end{matrix}$ $y''' = \begin{matrix} -32,66899763 \end{matrix} + \begin{matrix} 0 \end{matrix}$	$x' = \begin{matrix} \text{Real} \\ 284,665884 \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Im.} \\ 0 \end{matrix}$ $x'' = \begin{matrix} 5,95603817 \end{matrix} + \begin{matrix} 0 \end{matrix}$ $x''' = \begin{matrix} 96,3074646 \end{matrix} + \begin{matrix} 0 \end{matrix}$
--	---

S'ha de comprovar:

$x' + x'' + x''' = -b/a = \begin{matrix} 386,9293867 \end{matrix}$ $x'x'' + x'x''' + x''x''' = c/a = \begin{matrix} 29684,54136 \end{matrix}$ $x'x''x''' = -d/a = \begin{matrix} 163287,4641 \end{matrix}$	$x' + x'' + x''' = \begin{matrix} \text{Real} \\ 386,929387 \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Im.} \\ 0 \end{matrix}$ $x'x'' + x'x''' + x''x''' = \begin{matrix} 29684,5414 \end{matrix} + \begin{matrix} 0 \end{matrix}$ $x'x''x''' = \begin{matrix} 163287,464 \end{matrix} + \begin{matrix} 0 \end{matrix}$
--	--

Verificació de les solucions trobades

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	
	-17,49500474	6769,331454	-519331,1916	2856714,96	

S'ha de complir:

	<b>ax<sup>3</sup></b>	<b>+ bx<sup>2</sup></b>	<b>+ cx</b>	<b>+ d</b>	<b>=</b>	<b>0</b>
--	-----------------------	-------------------------	-------------	------------	----------	----------

Verificació de la 1ª solució

Real	-403571352,2	+ 548550509,9	+ -147835872,7	+ 2856714,96		= 1,1E-07
Imaginari	0	+ 0	+ 0	+ 0		= 0

Verificació de la 2ª solució

Real	-3696,46401	+ 240137,9089	+ -3093156,402	+ 2856714,96		= -3E-08
Imaginari	0	+ 0	+ 0	+ 0		= 0
Real	-15627658,56	+ 62786413,96	+ -50015470,36	+ 2856714,96		= -4E-08

Fig. A 47. Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació impulsional



## Verificació de la 3ª solució

Imaginari

$$\boxed{0} + \boxed{0} + \boxed{0} + \boxed{0} = \boxed{0}$$

Discriminant  $\geq 0$ 

Valors sota la 1ª arrel cúbica

$$= \boxed{\text{Real}} -q/2 + [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$$

Valors sota la 2ª arrel cúbica

$$= \boxed{\text{Real}} -q/2 - [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$$

$$\text{Real} \quad \boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{0} = U'$$

$$\boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{\#i\text{VALOR!}} = U''$$

$$\boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{\#i\text{VALOR!}} = U'''$$

$$\text{Real} \quad \boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{0} = V'$$

$$\boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{\#i\text{VALOR!}} = V''$$

$$\boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{\#i\text{VALOR!}} = V'''$$

## Primera solució

$$U' \quad \text{Real} \quad \boxed{0} + \text{Im.} \quad \boxed{0}$$

$$U'^3 = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

$$U' * V' = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

$$V' \quad \text{Real} \quad \boxed{0} + \text{Im.} \quad \boxed{0}$$

$$V'^3 = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

$$U'^3 + V'^3 = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

## Segona solució

$$U'' \quad \text{Real} \quad \boxed{0} + \text{Im.} \quad \boxed{0}$$

$$U''^3 = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

$$U'' * V'' = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

$$V'' \quad \text{Real} \quad \boxed{0} + \text{Im.} \quad \boxed{0}$$

$$V''^3 = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

$$U''^3 + V''^3 = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

## Tercera solució

$$U''' \quad \text{Real} \quad \boxed{0} + \text{Im.} \quad \boxed{0}$$

$$U'''^3 = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

$$U''' * V''' = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

$$V''' \quad \text{Real} \quad \boxed{0} + \text{Im.} \quad \boxed{0}$$

$$V'''^3 = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

$$U'''^3 + V'''^3 = \text{Real} \quad \boxed{\phantom{0}} + \text{Im.} \quad \boxed{\phantom{0}}$$

## Arrel cúbica a l'espai complex

$$A + JB = H (\cos@ + j\text{sen}@)$$

$$A + JB = \text{Real} \quad \boxed{312854,3076} + \text{Imaginari} \quad \boxed{456415,6043}$$

$$H = \boxed{553347,1077}$$

$$\text{sen}@ = \boxed{0,824826945}$$

Fig. A 48. Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació impulsional



$\cos @ = 0,565385277$   
 Vector al quadrant  Angle @ en radians   
 Vector al quadrant  Angle @ en radians   
 Vector al quadrant  Angle @ en radians   
 @ en rad. =

$H^*(\cos @ + j \sin @) = (h^*(\cos (@/3 + 2k\pi/3) + j \sin (@/3 + 2k\pi/3)))^3$   
 $h = 82,09799447$   
 $@/3 = 0,323298683$

K = 0	$\sin (@/3)$	=	<input type="text" value="0,31769607"/>
K = 0	$\cos (@/3)$	=	<input type="text" value="0,9481926"/>
K = 1	$\sin (@/3 + 2\pi/3)$	=	<input type="text" value="0,662310845"/>
K = 1	$\cos (@/3 + 2\pi/3)$	=	<input type="text" value="-0,749229167"/>
K = 2	$\sin (@/3 + 4\pi/3)$	=	<input type="text" value="-0,980006914"/>
K = 2	$\cos (@/3 + 4\pi/3)$	=	<input type="text" value="-0,198963433"/>

$h^*(\cos (@/3 + 2k\pi/3) + j \sin (@/3 + 2k\pi/3)) = a + jb$

		Real	Imaginari
K = 0	$a' + jb'$	= <input type="text" value="77,84471085"/>	+ <input type="text" value="26,08221019"/>
K = 1	$a'' + jb''$	= <input type="text" value="-61,51021204"/>	+ <input type="text" value="54,37439205"/>
K = 2	$a''' + jb'''$	= <input type="text" value="-16,33449881"/>	+ <input type="text" value="-80,45660224"/>

Suma de la part real  Ha de ser igual a 0  
 Suma de la part imaginària  Ha de ser igual a 0

$A = a^s - 3^s a^s b^s$   $B = 3^s a^s b^s - b^s$   
 $A = 312854,3076$   $B = 456415,6043$   
 $A' = 312854,3076$   $B' = 456415,6043$   
 $A'' = 312854,3076$   $B'' = 456415,6043$   
 $A''' = 312854,3076$   $B''' = 456415,6043$

Fig. A 49. Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació impulsional

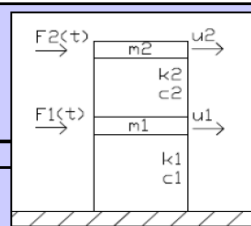


## A 7. Full de cas impulsional (explosió): Estructura de dos graus de llibertat amb bigues dobles d'acer i dues columnes

Full utilitzat a l'apartat 7.3.1 per obtenir la resposta del sistema un cop especificats tant els elements constructius com el sistema petard-recipient. En primer lloc es mostra el full d'interacció en que s'introdueixen les variables i s'obté la resposta. Tot seguit el full amb els càlculs necessaris, incloent la iteració del mètode de Newmark. I finalment el de resolució de l'equació de tercer grau.

### Dades d'entrada

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
Bigues	Esmorteïment	0,01	
	Massa	2,473	kg
Força de l'explosió (amplitud inicial concentrada al cantell de la biga)	1r pis	0	N
	2n pis	2,5	N



$$\text{Matriu de Masses [M]} = \begin{bmatrix} 2,555 & 0 \\ 0 & 2,555 \end{bmatrix}$$

$$\text{Matriu de Rigidesa [K]} = \begin{bmatrix} 200,305872 & -160,307856 \\ -160,307856 & 160,307856 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \text{Freqüències i períodes pròpis} \quad \omega_1 &= 2,709434747 \text{ s}^{-1} & T_1 &= 2,319 \text{ s} \\ \omega_2 &= 11,56716757 \text{ s}^{-1} & T_2 &= 0,5432 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\text{Matriu modal del sistema:} \quad [\Phi] = \begin{bmatrix} 0,414087981 & 0,468957 \\ 0,468956903 & -0,414088 \end{bmatrix}$$

$$[\Phi]^T = \begin{bmatrix} 0,414087981 & 0,468957 \\ 0,468956903 & -0,414088 \end{bmatrix}$$

$$\text{Matrius en base modal:} \quad [M]_{\Phi} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[K]_{\Phi} = \begin{bmatrix} 7,341036646 & 0 \\ 0 & 133,7994 \end{bmatrix}$$

$$[C]_{\Phi} = \begin{bmatrix} 0,054188695 & 0 \\ 0 & 0,231343 \end{bmatrix}$$

$$\text{Desplaçaments màxims (cm)} \quad \begin{aligned} U1 &= 4,021035892 \\ U2 &= 4,771163251 \end{aligned}$$

$$\text{Velocitats màxims (cm/s)} \quad \begin{aligned} V1 &= 13,19656657 \\ V2 &= 13,90499092 \end{aligned}$$

$$\text{Acceleracions màxims (cm/s}^2\text{)} \quad \begin{aligned} A1 &= 70,57456879 \\ A2 &= 91,91325708 \end{aligned}$$

Fig. A 50. Full d'excitació impulsional: explosió



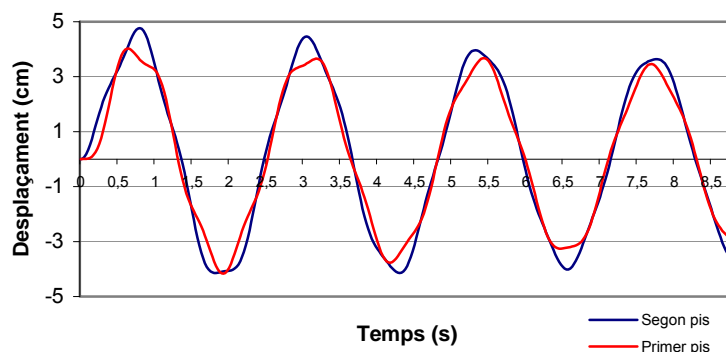


Fig. A 51. Gràfic de resposta del full d'excitació impulsional

Dades

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,1E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
	Esmorteïment	0,01	
Bigues	Massa	2,473	kg

Massa concentrada al primer pis	m1	2,555	kg
Massa concentrada al segon pis	m2	2,555	kg

Rigidesa de les columnes del primer pis	k1	4,00E+01	N/m
Rigidesa de les columnes del segon pis	k2	1,60E+02	N/m

Rigidesa geomètrica 1r pis	236,7585	N/m
Rigidesa geomètrica 2n pis	116,4486	N/m

*Equació característica:*

$$[K] - \omega^2 \cdot [M] = 0$$

$$m1 \cdot m2 \cdot \omega^4 - (m1 \cdot k2 + m2 \cdot k1 + m2 \cdot k2) \cdot \omega^2 + k1 \cdot k2 = 0$$

$$a \cdot \omega^4 + b \cdot \omega^2 + c = 0$$

$$a = 6,528025$$

$$b = -921,368075$$

$$c = 6411,996189$$

$$\omega_1^2 = 7,341037 \text{ s}^{-1}$$

$$\omega_2^2 = 133,7994 \text{ s}^{-1}$$

*Modes propis:*  $[[K] - \omega^2 \cdot [M]] \cdot \{a\} = 0$ 

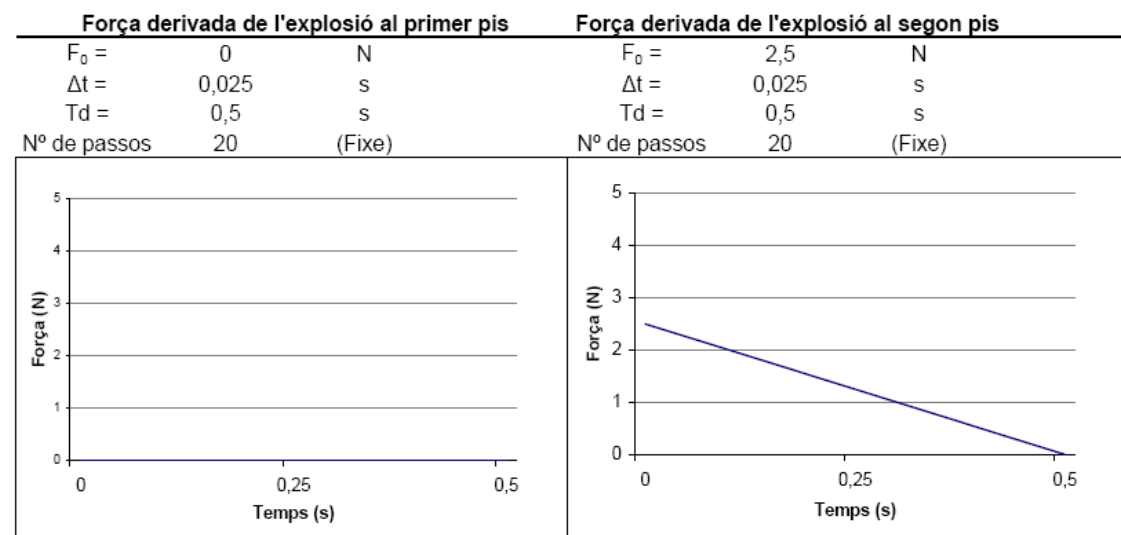
$$\begin{array}{l|l} \text{Per } \omega_1 & \begin{vmatrix} 181,5495 & -160,3079 \\ a_{11} & a_{21} \end{vmatrix} \\ & a_{11} = 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} = 0 \\ a_{21} = 1,132505467 \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{Per } \omega_2 & \begin{vmatrix} -160,3079 & -181,5495 \\ a_{12} & a_{22} \end{vmatrix} \\ & a_{12} = 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} = 0 \\ a_{22} = -0,882997945 \end{array}$$

Fig. A 52. Càlculs del full d'excitació impulsional







**Fig. A 53.** Model i dades de l'explosió pel full d'excitació impulsional



## Equacions del moviment desacoplades

$$m_1 \ddot{y}_1 + c_1 \dot{y}_1 + k_1 y_1 = P_1$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + c_2 \dot{y}_2 + k_2 y_2 = P_2$$

Equació del moviment al primer pis					Equació del moviment al segon pis				
$m_1 =$	1				$m_2 =$	1			
$c_1 =$	0,0541887				$c_2 =$	0,231343			
$k_1 =$	7,3410366				$k_2 =$	133,7994			
$P_1 = \{\Phi_{11}\}^T \cdot F_1 + \{\Phi_{12}\}^T \cdot F_2$					$P_2 = \{\Phi_{21}\}^T \cdot F_1 + \{\Phi_{22}\}^T \cdot F_2$				
Mètode iteratiu de Newmark (acceleració mitja)									
Constants d'iteració					Paràmetres d'iteració				
$\beta = 0,25$					$T_d = 0,5 \text{ s}$				
$\delta = 0,5$					$\Delta t = 0,025 \text{ s}$				
					Nº passos = 20				
Desplaçaments al primer pis (en base modal)					Desplaçaments al segon pis (en base modal)				
$m_1 \ddot{y}_1 + c_1 \dot{y}_1 + k_1 y_1 = P_1$					$m_2 \ddot{y}_2 + c_2 \dot{y}_2 + k_2 y_2 = P_2$				
Temps (s)	$y_1$	$\dot{y}_1$	$\ddot{y}_1$	$P_{1+i}$	Temps (s)	$y_2$	$\dot{y}_2$	$\ddot{y}_2$	$P_{2+i}$
0	0,00000	0,00000	0,00000	1,11377	0	0,00000	0,00000	0,00000	-0,98346
0,025	0,00017	0,01390	1,11174	1,05515	0,025	-0,00015	-0,01201	-0,96060	-0,93170
0,05	0,00086	0,04088	1,04664	0,99653	0,05	-0,00073	-0,03434	-0,82615	-0,87994
0,075	0,00220	0,06617	0,97682	0,93791	0,075	-0,00181	-0,05248	-0,62498	-0,82818
0,1	0,00414	0,08966	0,90263	0,87929	0,1	-0,00328	-0,06497	-0,37390	-0,77641
0,125	0,00666	0,11125	0,82441	0,82067	0,125	-0,00498	-0,07081	-0,09370	-0,72465
0,15	0,00968	0,13084	0,74251	0,76205	0,15	-0,00673	-0,06958	0,19257	-0,67289
0,175	0,01317	0,14834	0,65732	0,70344	0,175	-0,00837	-0,06140	0,46150	-0,62113
0,2	0,01707	0,16367	0,56924	0,64482	0,2	-0,00973	-0,04699	0,69121	-0,56937
0,225	0,02133	0,17677	0,47867	0,58620	0,225	-0,01066	-0,02756	0,86317	-0,51761
0,25	0,02588	0,18758	0,38604	0,52758	0,25	-0,01106	-0,00473	0,96365	-0,46585
0,275	0,03068	0,19605	0,29176	0,46896	0,275	-0,01088	0,01963	0,98485	-0,41409
0,3	0,03565	0,20215	0,19627	0,41034	0,3	-0,01009	0,04351	0,92549	-0,36233
0,325	0,04075	0,20585	0,10001	0,35172	0,325	-0,00873	0,06496	0,79087	-0,31057
0,35	0,04592	0,20714	0,00342	0,29310	0,35	-0,00689	0,08225	0,59241	-0,25880
0,375	0,05108	0,20602	-0,09305	0,23448	0,375	-0,00469	0,09399	0,34668	-0,20704
0,4	0,05619	0,20250	-0,18897	0,17586	0,4	-0,00227	0,09925	0,07402	-0,15528
0,425	0,06118	0,19659	-0,28389	0,11724	0,425	0,00019	0,09764	-0,20314	-0,10352
0,45	0,06599	0,18832	-0,37738	0,05862	0,45	0,00253	0,08932	-0,46214	-0,05176
0,475	0,07056	0,17774	-0,46902	0,00000	0,475	0,00458	0,07502	-0,68193	0,00000
0,5	0,07485	0,16490	-0,55839	0,00000	0,5	0,00622	0,05594	-0,84478	0,00000
0,525	0,07879	0,15059	-0,58656	0,00000	0,525	0,00733	0,03302	-0,98827	0,00000
0,55	0,08237	0,13561	-0,61201	0,00000	0,55	0,00784	0,00754	-1,05022	0,00000
0,575	0,08556	0,12002	-0,63462	0,00000	0,575	0,00770	-0,01841	-1,02604	0,00000
0,6	0,08836	0,10391	-0,65430	0,00000	0,6	0,00694	-0,04271	-0,91819	0,00000
0,625	0,09075	0,08735	-0,67095	0,00000	0,625	0,00561	-0,06339	-0,73595	0,00000
0,65	0,09272	0,07040	-0,68451	0,00000	0,65	0,00383	-0,07877	-0,49462	0,00000
0,675	0,09427	0,05316	-0,69491	0,00000	0,675	0,00175	-0,08763	-0,21426	0,00000
0,7	0,09538	0,03570	-0,70212	0,00000	0,7	-0,00046	-0,08929	0,08202	0,00000
0,725	0,09605	0,01809	-0,70610	0,00000	0,725	-0,00262	-0,08364	0,36992	0,00000
0,75	0,09628	0,00043	-0,70684	0,00000	0,75	-0,00456	-0,07119	0,62599	0,00000
0,775	0,09607	-0,01721	-0,70435	0,00000	0,775	-0,00611	-0,05299	0,82947	0,00000
0,8	0,09542	-0,03475	-0,69863	0,00000	0,8	-0,00715	-0,03058	0,96406	0,00000
0,825	0,09434	-0,05210	-0,68972	0,00000	0,825	-0,00761	-0,00579	1,01914	0,00000
0,85	0,09282	-0,06919	-0,67767	0,00000	0,85	-0,00744	0,01934	0,99066	0,00000
0,875	0,09088	-0,08594	-0,66252	0,00000	0,875	-0,00666	0,04274	0,88143	0,00000
0,9	0,08853	-0,10228	-0,64436	0,00000	0,9	-0,00535	0,06252	0,70082	0,00000
0,925	0,08578	-0,11813	-0,62328	0,00000	0,925	-0,00360	0,07708	0,46398	0,00000
0,95	0,08263	-0,13341	-0,59937	0,00000	0,95	-0,00157	0,08526	0,19059	0,00000
0,975	0,07911	-0,14806	-0,57275	0,00000	0,975	0,00057	0,08643	-0,09683	0,00000
1	0,07524	-0,16201	-0,54354	0,00000	1	0,00266	0,08054	-0,37472	0,00000
1,025	0,07102	-0,17521	-0,51188	0,00000	1,025	0,00452	0,06810	-0,62042	0,00000
1,05	0,06649	-0,18758	-0,47792	0,00000	1,05	0,00600	0,05017	-0,81407	0,00000
1,075	0,06165	-0,19908	-0,44181	0,00000	1,075	0,00698	0,02824	-0,94012	0,00000
1,1	0,05654	-0,20965	-0,40374	0,00000	1,1	0,00738	0,00413	-0,98868	0,00000
1,125	0,05118	-0,21924	-0,36386	0,00000	1,125	0,00718	-0,02018	-0,95620	0,00000
1,15	0,04560	-0,22782	-0,32237	0,00000	1,15	0,00640	-0,04271	-0,84580	0,00000
1,175	0,03981	-0,23534	-0,27946	0,00000	1,175	0,00509	-0,06162	-0,66695	0,00000
1,2	0,03384	-0,24178	-0,23533	0,00000	1,2	0,00338	-0,07539	-0,43462	0,00000
1,225	0,02773	-0,24710	-0,19018	0,00000	1,225	0,00140	-0,08292	-0,16811	0,00000
1,25	0,02150	-0,25128	-0,14423	0,00000	1,25	-0,00068	-0,08364	0,11063	0,00000
1,275	0,01518	-0,25430	-0,09767	0,00000	1,275	-0,00270	-0,07752	0,37876	0,00000
1,3	0,00880	-0,25615	-0,05073	0,00000	1,3	-0,00448	-0,06511	0,61443	0,00000

Fig. A 54. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



1,325	0,00239	-0,25683	-0,00362	0,00000	1,325	-0,00589	-0,04744	0,79859	0,00000
1,35	-0,00403	-0,25634	0,04344	0,00000	1,35	-0,00680	-0,02601	0,91648	0,00000
1,375	-0,01041	-0,25466	0,09025	0,00000	1,375	-0,00716	-0,00257	0,95884	0,00000
1,4	-0,01674	-0,25183	0,13657	0,00000	1,4	-0,00693	0,02095	0,92264	0,00000
1,425	-0,02299	-0,24784	0,18220	0,00000	1,425	-0,00614	0,04263	0,81129	0,00000
1,45	-0,02912	-0,24273	0,22694	0,00000	1,45	-0,00485	0,06070	0,63430	0,00000
1,475	-0,03511	-0,23651	0,27058	0,00000	1,475	-0,00317	0,07371	0,40650	0,00000
1,5	-0,04093	-0,22922	0,31292	0,00000	1,5	-0,00124	0,08062	0,14678	0,00000
1,525	-0,04656	-0,22088	0,35378	0,00000	1,525	0,00078	0,08092	-0,12346	0,00000
1,55	-0,05197	-0,21155	0,39295	0,00000	1,55	0,00273	0,07460	-0,38209	0,00000
1,575	-0,05713	-0,20126	0,43027	0,00000	1,575	0,00444	0,06222	-0,60805	0,00000
1,6	-0,06202	-0,19006	0,46558	0,00000	1,6	0,00577	0,04483	-0,78306	0,00000
1,625	-0,06662	-0,17801	0,49870	0,00000	1,625	0,00663	0,02388	-0,89313	0,00000
1,65	-0,07091	-0,16516	0,52949	0,00000	1,65	0,00695	0,00109	-0,92962	0,00000
1,675	-0,07487	-0,15156	0,55782	0,00000	1,675	0,00669	-0,02165	-0,88998	0,00000
1,7	-0,07848	-0,13730	0,58355	0,00000	1,7	0,00589	-0,04250	-0,77786	0,00000
1,725	-0,08172	-0,12242	0,60658	0,00000	1,725	0,00461	-0,05976	-0,60284	0,00000
1,75	-0,08459	-0,10700	0,62679	0,00000	1,75	0,00296	-0,07204	-0,37957	0,00000
1,775	-0,08707	-0,09112	0,64411	0,00000	1,775	0,00108	-0,07837	-0,12656	0,00000
1,8	-0,08914	-0,07483	0,65846	0,00000	1,8	-0,00088	-0,07826	0,13536	0,00000
1,825	-0,09081	-0,05823	0,66977	0,00000	1,825	-0,00275	-0,07175	0,38474	0,00000
1,85	-0,09205	-0,04138	0,67800	0,00000	1,85	-0,00439	-0,05943	0,60129	0,00000
1,875	-0,09287	-0,02437	0,68311	0,00000	1,875	-0,00566	-0,04232	0,76751	0,00000
1,9	-0,09327	-0,00727	0,68509	0,00000	1,9	-0,00647	-0,02185	0,87009	0,00000
1,925	-0,09324	0,00984	0,68392	0,00000	1,925	-0,00673	0,00029	0,90102	0,00000
1,95	-0,09278	0,02689	0,67963	0,00000	1,95	-0,00645	0,02228	0,85819	0,00000
1,975	-0,09189	0,04379	0,67223	0,00000	1,975	-0,00564	0,04233	0,74549	0,00000
2	-0,09059	0,06046	0,66176	0,00000	2	-0,00438	0,05880	0,57255	0,00000
2,025	-0,08888	0,07684	0,64827	0,00000	2,025	-0,00277	0,07038	0,35381	0,00000
2,05	-0,08675	0,09284	0,63183	0,00000	2,05	-0,00093	0,07615	0,10741	0,00000
2,075	-0,08424	0,10839	0,61253	0,00000	2,075	0,00096	0,07566	-0,14638	0,00000
2,1	-0,08134	0,12343	0,59044	0,00000	2,1	0,00277	0,06900	-0,38677	0,00000
2,125	-0,07807	0,13788	0,56568	0,00000	2,125	0,00434	0,05673	-0,59421	0,00000
2,15	-0,07446	0,15168	0,53836	0,00000	2,15	0,00555	0,03991	-0,75195	0,00000
2,175	-0,07050	0,16477	0,50861	0,00000	2,175	0,00630	0,01991	-0,84737	0,00000
2,2	-0,06623	0,17708	0,47657	0,00000	2,2	0,00653	-0,00159	-0,87304	0,00000
2,225	-0,06166	0,18857	0,44240	0,00000	2,225	0,00622	-0,02284	-0,82726	0,00000
2,25	-0,05681	0,19918	0,40624	0,00000	2,25	0,00541	-0,04211	-0,71416	0,00000
2,275	-0,05171	0,20886	0,36827	0,00000	2,275	0,00416	-0,05783	-0,54337	0,00000
2,3	-0,04638	0,21757	0,32867	0,00000	2,3	0,00258	-0,06874	-0,32916	0,00000
2,325	-0,04084	0,22528	0,28762	0,00000	2,325	0,00080	-0,07397	-0,08928	0,00000
2,35	-0,03513	0,23194	0,24530	0,00000	2,35	-0,00104	-0,07313	0,15655	0,00000
2,375	-0,02926	0,23753	0,20192	0,00000	2,375	-0,00279	-0,06632	0,38819	0,00000
2,4	-0,02326	0,24202	0,15767	0,00000	2,4	-0,00429	-0,05413	0,58682	0,00000
2,425	-0,01717	0,24540	0,11276	0,00000	2,425	-0,00544	-0,03759	0,73640	0,00000
2,45	-0,01101	0,24765	0,06739	0,00000	2,45	-0,00613	-0,01807	0,82498	0,00000
2,475	-0,00480	0,24877	0,02178	0,00000	2,475	-0,00633	0,00281	0,84568	0,00000
2,5	0,00142	0,24874	-0,02387	0,00000	2,5	-0,00600	0,02335	0,79718	0,00000
2,525	0,00762	0,24758	-0,06935	0,00000	2,525	-0,00518	0,04186	0,68384	0,00000
2,55	0,01378	0,24528	-0,11446	0,00000	2,55	-0,00395	0,05685	0,51529	0,00000
2,575	0,01987	0,24186	-0,15897	0,00000	2,575	-0,00240	0,06711	0,30560	0,00000
2,6	0,02586	0,23734	-0,20270	0,00000	2,6	-0,00066	0,07183	0,07213	0,00000
2,625	0,03172	0,23174	-0,24544	0,00000	2,625	0,00112	0,07066	-0,16591	0,00000
2,65	0,03743	0,22508	-0,28700	0,00000	2,65	0,00280	0,06372	-0,38905	0,00000
2,675	0,04296	0,21741	-0,32719	0,00000	2,675	0,00424	0,05162	-0,57916	0,00000
2,7	0,04829	0,20874	-0,36582	0,00000	2,7	0,00533	0,03537	-0,72088	0,00000
2,725	0,05339	0,19914	-0,40273	0,00000	2,725	0,00597	0,01632	-0,80293	0,00000
2,75	0,05824	0,18863	-0,43775	0,00000	2,75	0,00613	-0,00395	-0,81892	0,00000
2,775	0,06281	0,17728	-0,47071	0,00000	2,775	0,00578	-0,02379	-0,76794	0,00000
2,8	0,06709	0,16512	-0,50147	0,00000	2,8	0,00496	-0,04157	-0,65451	0,00000
2,825	0,07106	0,15223	-0,52989	0,00000	2,825	0,00375	-0,05585	-0,48827	0,00000
2,85	0,07469	0,13866	-0,55585	0,00000	2,85	0,00223	-0,06550	-0,28308	0,00000
2,875	0,07798	0,12447	-0,57922	0,00000	2,875	0,00054	-0,06973	-0,05594	0,00000
2,9	0,08091	0,10973	-0,59992	0,00000	2,9	-0,00119	-0,06825	0,17450	0,00000
2,925	0,08346	0,09451	-0,61783	0,00000	2,925	-0,00280	-0,06120	0,38938	0,00000
2,95	0,08563	0,07888	-0,63290	0,00000	2,95	-0,00418	-0,04919	0,57124	0,00000
2,975	0,08740	0,06290	-0,64504	0,00000	2,975	-0,00521	-0,03324	0,70542	0,00000
3	0,08877	0,04666	-0,65422	0,00000	3	-0,00581	-0,01465	0,78121	0,00000
3,025	0,08973	0,03023	-0,66038	0,00000	3,025	-0,00593	0,00502	0,79277	0,00000
3,05	0,09028	0,01368	-0,66351	0,00000	3,05	-0,00557	0,02417	0,73951	0,00000
3,075	0,09042	-0,00291	-0,66360	0,00000	3,075	-0,00475	0,04125	0,62615	0,00000
3,1	0,09014	-0,01946	-0,66065	0,00000	3,1	-0,00355	0,05485	0,46228	0,00000
3,125	0,08945	-0,03590	-0,65468	0,00000	3,125	-0,00207	0,06390	0,26158	0,00000
3,15	0,08835	-0,05216	-0,64572	0,00000	3,15	-0,00042	0,06768	0,04065	0,00000

Fig. A 55. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



3,175	0,08684	-0,06815	-0,63381	0,00000	3,175	0,00125	0,06591	-0,18236	0,00000
3,2	0,08494	-0,08381	-0,61902	0,00000	3,2	0,00281	0,05876	-0,38921	0,00000
3,225	0,08266	-0,09907	-0,60141	0,00000	3,225	0,00413	0,04686	-0,56310	0,00000
3,25	0,07999	-0,11385	-0,58107	0,00000	3,25	0,00510	0,03119	-0,69001	0,00000
3,275	0,07697	-0,12809	-0,55810	0,00000	3,275	0,00566	0,01307	-0,75985	0,00000
3,3	0,07360	-0,14172	-0,53260	0,00000	3,3	0,00574	-0,00602	-0,76723	0,00000
3,325	0,06989	-0,15469	-0,50470	0,00000	3,325	0,00536	-0,02451	-0,71190	0,00000
3,35	0,06587	-0,16693	-0,47452	0,00000	3,35	0,00455	-0,04089	-0,59873	0,00000
3,375	0,06156	-0,17839	-0,44221	0,00000	3,375	0,00336	-0,05384	-0,43729	0,00000
3,4	0,05696	-0,18902	-0,40792	0,00000	3,4	0,00191	-0,06232	-0,24105	0,00000
3,425	0,05212	-0,19876	-0,37181	0,00000	3,425	0,00031	-0,06566	-0,02623	0,00000
3,45	0,04704	-0,20759	-0,33405	0,00000	3,45	-0,00131	-0,06362	0,18952	0,00000
3,475	0,04175	-0,21545	-0,29480	0,00000	3,475	-0,00281	-0,05639	0,38857	0,00000
3,5	0,03628	-0,22231	-0,25426	0,00000	3,5	-0,00407	-0,04460	0,55476	0,00000
3,525	0,03065	-0,22815	-0,21261	0,00000	3,525	-0,00499	-0,02923	0,67469	0,00000
3,55	0,02488	-0,23293	-0,17004	0,00000	3,55	-0,00550	-0,01157	0,73884	0,00000
3,575	0,01901	-0,23664	-0,12675	0,00000	3,575	-0,00556	0,00695	0,74228	0,00000
3,6	0,01306	-0,23926	-0,08294	0,00000	3,6	-0,00516	0,02479	0,68507	0,00000
3,625	0,00706	-0,24078	-0,03881	0,00000	3,625	-0,00435	0,04051	0,57222	0,00000
3,65	0,00104	-0,24120	0,00544	0,00000	3,65	-0,00318	0,05283	0,41328	0,00000
3,675	-0,00498	-0,24051	0,04961	0,00000	3,675	-0,00176	0,06076	0,22147	0,00000
3,7	-0,01097	-0,23872	0,09349	0,00000	3,7	-0,00020	0,06369	0,01266	0,00000
3,725	-0,01690	-0,23584	0,13688	0,00000	3,725	0,00136	0,06139	-0,19601	0,00000
3,75	-0,02275	-0,23189	0,17959	0,00000	3,75	0,00280	0,05410	-0,38749	0,00000
3,775	-0,02849	-0,22687	0,22141	0,00000	3,775	0,00401	0,04243	-0,54623	0,00000
3,8	-0,03408	-0,22083	0,26217	0,00000	3,8	0,00488	0,02736	-0,65947	0,00000
3,825	-0,03951	-0,21378	0,30167	0,00000	3,825	0,00535	0,01014	-0,71819	0,00000
3,85	-0,04476	-0,20576	0,33973	0,00000	3,85	0,00538	-0,00781	-0,71793	0,00000
3,875	-0,04979	-0,19681	0,37619	0,00000	3,875	0,00497	-0,02503	-0,65902	0,00000
3,9	-0,05459	-0,18698	0,41087	0,00000	3,9	0,00415	-0,04010	-0,54662	0,00000
3,925	-0,05913	-0,17630	0,44363	0,00000	3,925	0,00301	-0,05181	-0,39020	0,00000
3,95	-0,06339	-0,16482	0,47431	0,00000	3,95	0,00162	-0,05922	-0,20280	0,00000
3,975	-0,06736	-0,15261	0,50277	0,00000	3,975	0,00011	-0,06175	0,00011	0,00000
4	-0,07102	-0,13971	0,52890	0,00000	4	-0,00141	-0,05923	0,20187	0,00000
4,025	-0,07434	-0,12619	0,55257	0,00000	4,025	-0,00280	-0,05188	0,38599	0,00000
4,05	-0,07732	-0,11212	0,57367	0,00000	4,05	-0,00395	-0,04034	0,53755	0,00000
4,075	-0,07994	-0,09754	0,59212	0,00000	4,075	-0,00477	-0,02556	0,64435	0,00000
4,1	-0,08219	-0,08254	0,60783	0,00000	4,1	-0,00520	-0,00878	0,69791	0,00000
4,125	-0,08406	-0,06719	0,62074	0,00000	4,125	-0,00520	0,00862	0,69416	0,00000
4,15	-0,08555	-0,05154	0,63079	0,00000	4,15	-0,00478	0,02522	0,63373	0,00000
4,175	-0,08664	-0,03568	0,63793	0,00000	4,175	-0,00397	0,03966	0,52188	0,00000
4,2	-0,08733	-0,01968	0,64215	0,00000	4,2	-0,00284	0,05079	0,36804	0,00000
4,225	-0,08762	-0,00361	0,64341	0,00000	4,225	-0,00148	0,05770	0,18500	0,00000
4,25	-0,08751	0,01245	0,64173	0,00000	4,25	-0,00001	0,05986	-0,01211	0,00000
4,275	-0,08700	0,02844	0,63711	0,00000	4,275	0,00145	0,05712	-0,20712	0,00000
4,3	-0,08609	0,04427	0,62958	0,00000	4,3	0,00278	0,04973	-0,38412	0,00000
4,325	-0,08479	0,05988	0,61918	0,00000	4,325	0,00389	0,03832	-0,52873	0,00000
4,35	-0,08310	0,07519	0,60596	0,00000	4,35	0,00466	0,02384	-0,62934	0,00000
4,375	-0,08103	0,09014	0,58997	0,00000	4,375	0,00505	0,00750	-0,67798	0,00000
4,4	-0,07860	0,10466	0,57131	0,00000	4,4	0,00503	-0,00936	-0,67097	0,00000
4,425	-0,07581	0,11868	0,55006	0,00000	4,425	0,00460	-0,02536	-0,60919	0,00000
4,45	-0,07267	0,13213	0,52631	0,00000	4,45	0,00379	-0,03920	-0,49800	0,00000
4,475	-0,06921	0,14496	0,50019	0,00000	4,475	0,00268	-0,04976	-0,34676	0,00000
4,5	-0,06543	0,15711	0,47181	0,00000	4,5	0,00135	-0,05620	-0,16805	0,00000
4,525	-0,06136	0,16853	0,44131	0,00000	4,525	-0,00007	-0,05801	0,02337	0,00000
4,55	-0,05701	0,17915	0,40883	0,00000	4,55	-0,00149	-0,05507	0,21181	0,00000
4,575	-0,05241	0,18895	0,37452	0,00000	4,575	-0,00277	-0,04765	0,38188	0,00000
4,6	-0,04758	0,19786	0,33855	0,00000	4,6	-0,00382	-0,03637	0,51979	0,00000
4,625	-0,04253	0,20585	0,30107	0,00000	4,625	-0,00455	-0,02220	0,61447	0,00000
4,65	-0,03730	0,21290	0,26226	0,00000	4,65	-0,00491	-0,00629	0,65843	0,00000
4,675	-0,03190	0,21895	0,22230	0,00000	4,675	-0,00486	0,01005	0,64835	0,00000
4,7	-0,02636	0,22400	0,18138	0,00000	4,7	-0,00442	0,02547	0,58538	0,00000
4,725	-0,02071	0,22801	0,13969	0,00000	4,725	-0,00362	0,03873	0,47494	0,00000
4,75	-0,01497	0,23098	0,09741	0,00000	4,75	-0,00252	0,04874	0,32634	0,00000
4,775	-0,00918	0,23288	0,05474	0,00000	4,775	-0,00123	0,05472	0,15192	0,00000
4,8	-0,00334	0,23371	0,01188	0,00000	4,8	0,00016	0,05619	-0,03392	0,00000
4,825	0,00250	0,23347	-0,03098	0,00000	4,825	0,00152	0,05307	-0,21595	0,00000
4,85	0,00832	0,23216	-0,07363	0,00000	4,85	0,00276	0,04563	-0,37930	0,00000
4,875	0,01409	0,22980	-0,11589	0,00000	4,875	0,00376	0,03450	-0,51075	0,00000
4,9	0,01979	0,22638	-0,15757	0,00000	4,9	0,00445	0,02062	-0,59975	0,00000
4,925	0,02540	0,22193	-0,19847	0,00000	4,925	0,00477	0,00514	-0,63924	0,00000
4,95	0,03088	0,21647	-0,23840	0,00000	4,95	0,00470	-0,01068	-0,62631	0,00000
4,975	0,03621	0,21002	-0,27718	0,00000	4,975	0,00425	-0,02554	-0,56229	0,00000
5	0,04137	0,20262	-0,31465	0,00000	5	0,00345	-0,03823	-0,45270	0,00000

Fig. A 56. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional





5,025	0,04633	0,19431	-0,35062	0,00000	5,025	0,00238	-0,04772	-0,30675	0,00000
5,05	0,05107	0,18511	-0,38494	0,00000	5,05	0,00111	-0,05326	-0,13658	0,00000
5,075	0,05557	0,17508	-0,41745	0,00000	5,075	-0,00023	-0,05442	0,04379	0,00000
5,1	0,05981	0,16426	-0,44800	0,00000	5,1	-0,00155	-0,05113	0,21957	0,00000
5,125	0,06378	0,15271	-0,47646	0,00000	5,125	-0,00274	-0,04368	0,37642	0,00000
5,15	0,06744	0,14047	-0,50270	0,00000	5,15	-0,00369	-0,03271	0,50163	0,00000
5,175	0,07079	0,12760	-0,52661	0,00000	5,175	-0,00434	-0,01912	0,58517	0,00000
5,2	0,07381	0,11417	-0,54806	0,00000	5,2	-0,00463	-0,00405	0,62043	0,00000
5,225	0,07649	0,10023	-0,56698	0,00000	5,225	-0,00454	0,01127	0,60482	0,00000
5,25	0,07882	0,08585	-0,58328	0,00000	5,25	-0,00408	0,02557	0,53990	0,00000
5,275	0,08078	0,07110	-0,59688	0,00000	5,275	-0,00329	0,03771	0,43124	0,00000
5,3	0,08237	0,05604	-0,60773	0,00000	5,3	-0,00223	0,04670	0,28797	0,00000
5,325	0,08358	0,04075	-0,61579	0,00000	5,325	-0,00100	0,05183	0,12199	0,00000
5,35	0,08441	0,02529	-0,62101	0,00000	5,35	0,00031	0,05269	-0,05302	0,00000
5,375	0,08485	0,00973	-0,62338	0,00000	5,375	0,00158	0,04924	-0,22270	0,00000
5,4	0,08489	-0,00584	-0,62289	0,00000	5,4	0,00272	0,04179	-0,37324	0,00000
5,425	0,08455	-0,02137	-0,61955	0,00000	5,425	0,00363	0,03097	-0,49244	0,00000
5,45	0,08383	-0,03679	-0,61338	0,00000	5,45	0,00424	0,01768	-0,57075	0,00000
5,475	0,08272	-0,05201	-0,60441	0,00000	5,475	0,00449	0,00302	-0,60199	0,00000
5,5	0,08123	-0,06697	-0,59268	0,00000	5,5	0,00438	-0,01180	-0,58389	0,00000
5,525	0,07937	-0,08161	-0,57825	0,00000	5,525	0,00392	-0,02557	-0,51819	0,00000
5,55	0,07715	-0,09585	-0,56120	0,00000	5,55	0,00313	-0,03718	-0,41054	0,00000
5,575	0,07459	-0,10964	-0,54159	0,00000	5,575	0,00210	-0,04569	-0,26997	0,00000
5,6	0,07168	-0,12290	-0,51954	0,00000	5,6	0,00090	-0,05042	-0,10814	0,00000
5,625	0,06845	-0,13558	-0,49513	0,00000	5,625	-0,00037	-0,05100	0,06161	0,00000
5,65	0,06491	-0,14763	-0,46849	0,00000	5,65	-0,00160	-0,04741	0,22537	0,00000
5,675	0,06107	-0,15898	-0,43974	0,00000	5,675	-0,00269	-0,03997	0,36980	0,00000
5,7	0,05697	-0,16959	-0,40901	0,00000	5,7	-0,00356	-0,02931	0,48320	0,00000
5,725	0,05261	-0,17941	-0,37645	0,00000	5,725	-0,00413	-0,01631	0,55650	0,00000
5,75	0,04801	-0,18839	-0,34222	0,00000	5,75	-0,00436	-0,00206	0,58392	0,00000
5,775	0,04320	-0,19650	-0,30646	0,00000	5,775	-0,00423	0,01229	0,56350	0,00000
5,8	0,03819	-0,20370	-0,26935	0,00000	5,8	-0,00376	0,02554	0,49716	0,00000
5,825	0,03302	-0,20995	-0,23105	0,00000	5,825	-0,00298	0,03664	0,39059	0,00000
5,85	0,02771	-0,21524	-0,19174	0,00000	5,85	-0,00197	0,04468	0,25272	0,00000
5,875	0,02227	-0,21953	-0,15162	0,00000	5,875	-0,00079	0,04903	0,09498	0,00000
5,9	0,01674	-0,22281	-0,11085	0,00000	5,9	0,00043	0,04935	-0,06962	0,00000
5,925	0,01115	-0,22507	-0,06963	0,00000	5,925	0,00162	0,04563	-0,22760	0,00000
5,95	0,00550	-0,22629	-0,02814	0,00000	5,95	0,00267	0,03821	-0,36611	0,00000
5,975	-0,00016	-0,22647	0,01341	0,00000	5,975	0,00349	0,02771	-0,47392	0,00000
6	-0,00581	-0,22562	0,05485	0,00000	6	0,00403	0,01500	-0,54242	0,00000
6,025	-0,01142	-0,22373	0,09598	0,00000	6,025	0,00423	0,00115	-0,56623	0,00000
6,05	-0,01698	-0,22083	0,13662	0,00000	6,05	0,00409	-0,01273	-0,54365	0,00000
6,075	-0,02245	-0,21691	0,17658	0,00000	6,075	0,00361	-0,02548	-0,47679	0,00000
6,1	-0,02781	-0,21201	0,21567	0,00000	6,1	0,00284	-0,03608	-0,37136	0,00000
6,125	-0,03304	-0,20614	0,25372	0,00000	6,125	0,00184	-0,04368	-0,23620	0,00000
6,15	-0,03811	-0,19934	0,29056	0,00000	6,15	0,00070	-0,04766	-0,08251	0,00000
6,175	-0,04300	-0,19163	0,32602	0,00000	6,175	-0,00049	-0,04773	0,07705	0,00000
6,2	-0,04768	-0,18306	0,35994	0,00000	6,2	-0,00164	-0,04390	0,22942	0,00000
6,225	-0,05214	-0,17365	0,39216	0,00000	6,225	-0,00264	-0,03651	0,36219	0,00000
6,25	-0,05635	-0,16347	0,42255	0,00000	6,25	-0,00343	-0,02617	0,46462	0,00000
6,275	-0,06030	-0,15255	0,45095	0,00000	6,275	-0,00393	-0,01376	0,52853	0,00000
6,3	-0,06397	-0,14095	0,47726	0,00000	6,3	-0,00410	-0,00029	0,54890	0,00000
6,325	-0,06734	-0,12872	0,50134	0,00000	6,325	-0,00394	0,01313	0,52432	0,00000
6,35	-0,07040	-0,11591	0,52310	0,00000	6,35	-0,00346	0,02539	0,45706	0,00000
6,375	-0,07313	-0,10259	0,54242	0,00000	6,375	-0,00270	0,03552	0,35284	0,00000
6,4	-0,07552	-0,08882	0,55924	0,00000	6,4	-0,00172	0,04268	0,22039	0,00000
6,425	-0,07757	-0,07466	0,57348	0,00000	6,425	-0,00061	0,04632	0,07069	0,00000
6,45	-0,07925	-0,06018	0,58507	0,00000	6,45	0,00055	0,04616	-0,08394	0,00000
6,475	-0,08057	-0,04544	0,59396	0,00000	6,475	0,00165	0,04222	-0,23084	0,00000
6,5	-0,08152	-0,03052	0,60012	0,00000	6,5	0,00262	0,03486	-0,35806	0,00000
6,525	-0,08210	-0,01547	0,60353	0,00000	6,525	0,00336	0,02469	-0,45531	0,00000
6,55	-0,08230	-0,00038	0,60416	0,00000	6,55	0,00383	0,01257	-0,51482	0,00000
6,575	-0,08212	0,01470	0,60203	0,00000	6,575	0,00398	-0,00052	-0,53194	0,00000
6,6	-0,08156	0,02969	0,59714	0,00000	6,6	0,00380	-0,01349	-0,50552	0,00000
6,625	-0,08063	0,04453	0,58953	0,00000	6,625	0,00332	-0,02528	-0,43796	0,00000
6,65	-0,07934	0,05913	0,57923	0,00000	6,65	0,00256	-0,03494	-0,33500	0,00000
6,675	-0,07768	0,07345	0,56628	0,00000	6,675	0,00161	-0,04170	-0,20527	0,00000
6,7	-0,07567	0,08742	0,55077	0,00000	6,7	0,00052	-0,04500	-0,05950	0,00000
6,725	-0,07332	0,10096	0,53275	0,00000	6,725	-0,00060	-0,04462	0,09031	0,00000
6,75	-0,07063	0,11402	0,51231	0,00000	6,75	-0,00166	-0,04059	0,23189	0,00000
6,775	-0,06762	0,12655	0,48956	0,00000	6,775	-0,00259	-0,03327	0,35374	0,00000
6,8	-0,06431	0,13847	0,46459	0,00000	6,8	-0,00329	-0,02327	0,44600	0,00000
6,825	-0,06071	0,14975	0,43753	0,00000	6,825	-0,00373	-0,01143	0,50131	0,00000
6,85	-0,05683	0,16033	0,40850	0,00000	6,85	-0,00385	0,00127	0,51536	0,00000

Fig. A 57. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional





6,875	-0,05270	0,17015	0,37765	0,00000	6,875	-0,00367	0,01381	0,48723	0,00000
6,9	-0,04833	0,17919	0,34510	0,00000	6,9	-0,00318	0,02514	0,41947	0,00000
6,925	-0,04375	0,18739	0,31102	0,00000	6,925	-0,00243	0,03436	0,31783	0,00000
6,95	-0,03897	0,19472	0,27556	0,00000	6,95	-0,00150	0,04072	0,19080	0,00000
6,975	-0,03403	0,20115	0,23888	0,00000	6,975	-0,00044	0,04371	0,04890	0,00000
7	-0,02893	0,20665	0,20116	0,00000	7	0,00064	0,04312	-0,09619	0,00000
7,025	-0,02370	0,21120	0,16257	0,00000	7,025	0,00167	0,03901	-0,23260	0,00000
7,05	-0,01838	0,21477	0,12329	0,00000	7,05	0,00256	0,03174	-0,34924	0,00000
7,075	-0,01298	0,21736	0,08350	0,00000	7,075	0,00323	0,02191	-0,43670	0,00000
7,1	-0,00752	0,21894	0,04338	0,00000	7,1	0,00363	0,01035	-0,48799	0,00000
7,125	-0,00204	0,21952	0,00311	0,00000	7,125	0,00373	-0,00198	-0,49914	0,00000
7,15	0,00344	0,21910	-0,03712	0,00000	7,15	0,00353	-0,01409	-0,46945	0,00000
7,175	0,00890	0,21767	-0,07712	0,00000	7,175	0,00304	-0,02498	-0,40158	0,00000
7,2	0,01431	0,21525	-0,11671	0,00000	7,2	0,00231	-0,03377	-0,30130	0,00000
7,225	0,01965	0,21184	-0,15572	0,00000	7,225	0,00139	-0,03974	-0,17697	0,00000
7,25	0,02489	0,20747	-0,19396	0,00000	7,25	0,00036	-0,04244	-0,03889	0,00000
7,275	0,03001	0,20216	-0,23126	0,00000	7,275	-0,00069	-0,04166	0,10159	0,00000
7,3	0,03499	0,19592	-0,26745	0,00000	7,3	-0,00168	-0,03748	0,23297	0,00000
7,325	0,03980	0,18880	-0,30237	0,00000	7,325	-0,00252	-0,03026	0,34459	0,00000
7,35	0,04442	0,18082	-0,33585	0,00000	7,35	-0,00316	-0,02061	0,42742	0,00000
7,375	0,04883	0,17203	-0,36776	0,00000	7,375	-0,00353	-0,00933	0,47488	0,00000
7,4	0,05301	0,16246	-0,39793	0,00000	7,4	-0,00362	0,00265	0,48328	0,00000
7,425	0,05694	0,15215	-0,42624	0,00000	7,425	-0,00340	0,01434	0,45216	0,00000
7,45	0,06061	0,14117	-0,45256	0,00000	7,45	-0,00291	0,02480	0,38428	0,00000
7,475	0,06399	0,12955	-0,47677	0,00000	7,475	-0,00219	0,03317	0,28540	0,00000
7,5	0,06708	0,11736	-0,49877	0,00000	7,5	-0,00129	0,03878	0,16376	0,00000
7,525	0,06985	0,10464	-0,51845	0,00000	7,525	-0,00029	0,04120	0,02944	0,00000
7,55	0,07230	0,09146	-0,53573	0,00000	7,55	0,00073	0,04023	-0,10653	0,00000
7,575	0,07442	0,07789	-0,55054	0,00000	7,575	0,00168	0,03599	-0,23304	0,00000
7,6	0,07619	0,06397	-0,56280	0,00000	7,6	0,00249	0,02883	-0,33979	0,00000
7,625	0,07761	0,04978	-0,57247	0,00000	7,625	0,00309	0,01935	-0,41818	0,00000
7,65	0,07868	0,03538	-0,57950	0,00000	7,65	0,00344	0,00835	-0,46198	0,00000
7,675	0,07938	0,02084	-0,58388	0,00000	7,675	0,00350	-0,00327	-0,46779	0,00000
7,7	0,07972	0,00622	-0,58557	0,00000	7,7	0,00328	-0,01456	-0,43536	0,00000
7,725	0,07969	-0,00841	-0,58457	0,00000	7,725	0,00279	-0,02460	-0,36755	0,00000
7,75	0,07930	-0,02298	-0,58090	0,00000	7,75	0,00208	-0,03257	-0,27011	0,00000
7,775	0,07855	-0,03742	-0,57458	0,00000	7,775	0,00120	-0,03783	-0,15115	0,00000
7,8	0,07743	-0,05167	-0,56563	0,00000	7,8	0,00022	-0,03998	-0,02052	0,00000
7,825	0,07597	-0,06567	-0,55410	0,00000	7,825	-0,00076	-0,03885	0,11105	0,00000
7,85	0,07415	-0,07935	-0,54006	0,00000	7,85	-0,00168	-0,03455	0,23281	0,00000
7,875	0,07200	-0,09264	-0,52355	0,00000	7,875	-0,00246	-0,02745	0,33486	0,00000
7,9	0,06953	-0,10549	-0,50468	0,00000	7,9	-0,00303	-0,01815	0,40899	0,00000
7,925	0,06673	-0,11785	-0,48351	0,00000	7,925	-0,00335	-0,00743	0,44928	0,00000
7,95	0,06364	-0,12964	-0,46016	0,00000	7,95	-0,00339	0,00385	0,45266	0,00000
7,975	0,06026	-0,14083	-0,43474	0,00000	7,975	-0,00316	0,01475	0,41904	0,00000
8	0,05661	-0,15136	-0,40735	0,00000	8	-0,00267	0,02438	0,35138	0,00000
8,025	0,05270	-0,16117	-0,37814	0,00000	8,025	-0,00196	0,03196	0,25541	0,00000
8,05	0,04856	-0,17024	-0,34724	0,00000	8,05	-0,00110	0,03689	0,13911	0,00000
8,075	0,04420	-0,17852	-0,31479	0,00000	8,075	-0,00016	0,03878	0,01211	0,00000
8,1	0,03964	-0,18596	-0,28094	0,00000	8,1	0,00080	0,03749	-0,11516	0,00000
8,125	0,03491	-0,19255	-0,24585	0,00000	8,125	0,00168	0,03315	-0,23231	0,00000
8,15	0,03003	-0,19824	-0,20968	0,00000	8,15	0,00242	0,02612	-0,32982	0,00000
8,175	0,02501	-0,20302	-0,17260	0,00000	8,175	0,00296	0,01700	-0,39984	0,00000
8,2	0,01989	-0,20686	-0,13478	0,00000	8,2	0,00325	0,00655	-0,43680	0,00000
8,225	0,01468	-0,20975	-0,09639	0,00000	8,225	0,00328	-0,00439	-0,43788	0,00000
8,25	0,00941	-0,21168	-0,05762	0,00000	8,25	0,00304	-0,01490	-0,40319	0,00000
8,275	0,00411	-0,21263	-0,01863	0,00000	8,275	0,00255	-0,02414	-0,33575	0,00000
8,3	-0,00121	-0,21261	0,02039	0,00000	8,3	0,00186	-0,03135	-0,24128	0,00000
8,325	-0,00651	-0,21161	0,05926	0,00000	8,325	0,00102	-0,03596	-0,12763	0,00000
8,35	-0,01178	-0,20965	0,09781	0,00000	8,35	0,00010	-0,03761	-0,00420	0,00000
8,375	-0,01698	-0,20673	0,13586	0,00000	8,375	-0,00083	-0,03618	0,11888	0,00000
8,4	-0,02210	-0,20287	0,17324	0,00000	8,4	-0,00168	-0,03180	0,23155	0,00000
8,425	-0,02711	-0,19808	0,20977	0,00000	8,425	-0,00238	-0,02484	0,32468	0,00000
8,45	-0,03199	-0,19239	0,24529	0,00000	8,45	-0,00289	-0,01590	0,39075	0,00000
8,475	-0,03672	-0,18583	0,27964	0,00000	8,475	-0,00316	-0,00571	0,42454	0,00000
8,5	-0,04127	-0,17842	0,31267	0,00000	8,5	-0,00317	0,00489	0,42346	0,00000
8,525	-0,04563	-0,17021	0,34421	0,00000	8,525	-0,00292	0,01503	0,38779	0,00000
8,55	-0,04978	-0,16123	0,37414	0,00000	8,55	-0,00244	0,02389	0,32066	0,00000
8,575	-0,05369	-0,15153	0,40232	0,00000	8,575	-0,00176	0,03074	0,22771	0,00000
8,6	-0,05734	-0,14114	0,42861	0,00000	8,6	-0,00093	0,03505	0,11668	0,00000
8,625	-0,06073	-0,13012	0,45290	0,00000	8,625	-0,00004	0,03646	-0,00324	0,00000
8,65	-0,06384	-0,11852	0,47509	0,00000	8,65	0,00085	0,03490	-0,12223	0,00000
8,675	-0,06665	-0,10639	0,49507	0,00000	8,675	0,00167	0,03049	-0,23056	0,00000
8,7	-0,06916	-0,09380	0,51276	0,00000	8,7	0,00235	0,02361	-0,31944	0,00000

Fig. A 58. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



8,725	-0,07134	-0,08079	0,52808	0,00000	8,725	0,00283	0,01485	-0,38173	0,00000
8,75	-0,07319	-0,06742	0,54095	0,00000	8,75	0,00307	0,00492	-0,41249	0,00000
8,775	-0,07471	-0,05377	0,55133	0,00000	8,775	0,00307	-0,00536	-0,40938	0,00000
8,8	-0,07588	-0,03989	0,55918	0,00000	8,8	0,00281	-0,01513	-0,37285	0,00000
8,825	-0,07670	-0,02584	0,56445	0,00000	8,825	0,00233	-0,02362	-0,30608	0,00000
8,85	-0,07717	-0,01170	0,56713	0,00000	8,85	0,00166	-0,03013	-0,21467	0,00000
8,875	-0,07728	0,00248	0,56720	0,00000	8,875	0,00085	-0,03414	-0,10626	0,00000
8,9	-0,07704	0,01663	0,56468	0,00000	8,9	-0,00002	-0,03534	0,01023	0,00000
8,925	-0,07645	0,03068	0,55958	0,00000	8,925	-0,00088	-0,03365	0,12522	0,00000
8,95	-0,07551	0,04458	0,55192	0,00000	8,95	-0,00166	-0,02922	0,22934	0,00000
8,975	-0,07423	0,05825	0,54174	0,00000	8,975	-0,00231	-0,02242	0,31413	0,00000
9	-0,07260	0,07163	0,52910	0,00000	9	-0,00276	-0,01384	0,37279	0,00000
9,025	-0,07065	0,08467	0,51405	0,00000	9,025	-0,00299	-0,00417	0,40066	0,00000
9,05	-0,06837	0,09731	0,49667	0,00000	9,05	-0,00297	0,00579	0,39565	0,00000
9,075	-0,06579	0,10948	0,47703	0,00000	9,075	-0,00270	0,01521	0,35836	0,00000
9,1	-0,06291	0,12113	0,45524	0,00000	9,1	-0,00222	0,02334	0,29200	0,00000
9,125	-0,05974	0,13221	0,43139	0,00000	9,125	-0,00156	0,02952	0,20217	0,00000
9,15	-0,05630	0,14268	0,40560	0,00000	9,15	-0,00078	0,03325	0,09633	0,00000
9,175	-0,05262	0,15247	0,37799	0,00000	9,175	0,00007	0,03424	-0,01678	0,00000
9,2	-0,04869	0,16155	0,34868	0,00000	9,2	0,00090	0,03243	-0,12788	0,00000
9,225	-0,04455	0,16989	0,31781	0,00000	9,225	0,00165	0,02799	-0,22791	0,00000
9,25	-0,04021	0,17743	0,28553	0,00000	9,25	0,00227	0,02128	-0,30875	0,00000
9,275	-0,03569	0,18415	0,25199	0,00000	9,275	0,00270	0,01287	-0,36392	0,00000
9,3	-0,03101	0,19001	0,21734	0,00000	9,3	0,00290	0,00346	-0,38906	0,00000
9,325	-0,02620	0,19500	0,18174	0,00000	9,325	0,00287	-0,00618	-0,38227	0,00000
9,35	-0,02127	0,19909	0,14535	0,00000	9,35	0,00260	-0,01527	-0,34429	0,00000
9,375	-0,01625	0,20226	0,10835	0,00000	9,375	0,00212	-0,02305	-0,27841	0,00000
9,4	-0,01117	0,20450	0,07091	0,00000	9,4	0,00147	-0,02891	-0,19016	0,00000
9,425	-0,00604	0,20580	0,03319	0,00000	9,425	0,00071	-0,03237	-0,08688	0,00000
9,45	-0,00089	0,20616	-0,00464	0,00000	9,45	-0,00011	-0,03317	0,02292	0,00000
9,475	0,00426	0,20557	-0,04239	0,00000	9,475	-0,00092	-0,03125	0,13022	0,00000
9,5	0,00938	0,20404	-0,07989	0,00000	9,5	-0,00164	-0,02680	0,22629	0,00000
9,525	0,01445	0,20158	-0,11698	0,00000	9,525	-0,00223	-0,02018	0,30332	0,00000
9,55	0,01944	0,19820	-0,15348	0,00000	9,55	-0,00263	-0,01195	0,35515	0,00000
9,575	0,02435	0,19392	-0,18923	0,00000	9,575	-0,00282	-0,00279	0,37767	0,00000
9,6	0,02913	0,18875	-0,22407	0,00000	9,6	-0,00277	0,00655	0,36922	0,00000
9,625	0,03377	0,18273	-0,25783	0,00000	9,625	-0,00250	0,01530	0,33066	0,00000
9,65	0,03826	0,17588	-0,29036	0,00000	9,65	-0,00202	0,02275	0,26530	0,00000
9,675	0,04256	0,16823	-0,32153	0,00000	9,675	-0,00138	0,02830	0,17865	0,00000
9,7	0,04666	0,15982	-0,35117	0,00000	9,7	-0,00064	0,03150	0,07789	0,00000
9,725	0,05054	0,15069	-0,37917	0,00000	9,725	0,00016	0,03212	-0,02866	0,00000
9,75	0,05418	0,14088	-0,40539	0,00000	9,75	0,00094	0,03011	-0,13226	0,00000
9,775	0,05757	0,13044	-0,42973	0,00000	9,775	0,00163	0,02565	-0,22448	0,00000
9,8	0,06070	0,11942	-0,45206	0,00000	9,8	0,00219	0,01912	-0,29784	0,00000
9,825	0,06354	0,10787	-0,47229	0,00000	9,825	0,00257	0,01107	-0,34646	0,00000
9,85	0,06609	0,09583	-0,49033	0,00000	9,85	0,00274	0,00215	-0,36651	0,00000
9,875	0,06833	0,08338	-0,50610	0,00000	9,875	0,00268	-0,00688	-0,35650	0,00000
9,9	0,07025	0,07056	-0,51953	0,00000	9,9	0,00240	-0,01531	-0,31744	0,00000
9,925	0,07185	0,05743	-0,53056	0,00000	9,925	0,00193	-0,02244	-0,25266	0,00000
9,95	0,07312	0,04406	-0,53915	0,00000	9,95	0,00130	-0,02769	-0,16761	0,00000
9,975	0,07405	0,03051	-0,54526	0,00000	9,975	0,00057	-0,03065	-0,06936	0,00000
10	0,07464	0,01683	-0,54886	0,00000	10	-0,00020	-0,03109	0,03401	0,00000

Fig. A 59. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



Desfent el canvi de base:  $\{u_i\} = [\Phi] \cdot \{y_i\}$ 

Màxims Temps (s)	Desplaçaments del primer pis				Desplaçaments del segon pis			
	$x_1$	$x_1$ (cm)	$\ddot{x}_1$	$\ddot{x}_1$	$x_2$	$x_2$ (cm)	$\ddot{x}_2$	$\ddot{x}_2$
	0,04021	4,02104	0,13197	0,70575	0,04771	4,77116	0,13905	0,91913
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,025	0,00000	0,00015	0,00012	0,00988	0,00014	0,01436	0,01149	0,91913
0,05	0,00001	0,00134	0,00082	0,04597	0,00070	0,07046	0,03339	0,83293
0,075	0,00006	0,00585	0,00279	0,11140	0,00178	0,17815	0,05276	0,71689
0,1	0,00018	0,01766	0,00666	0,19842	0,00330	0,33029	0,06895	0,57812
0,125	0,00042	0,04206	0,01286	0,29744	0,00518	0,51835	0,08149	0,42541
0,15	0,00085	0,08508	0,02155	0,39777	0,00733	0,73293	0,09017	0,26846
0,175	0,00153	0,15280	0,03263	0,48861	0,00964	0,96437	0,09499	0,11715
0,2	0,00251	0,25076	0,04574	0,55987	0,01203	1,20337	0,09621	-0,01927
0,225	0,00383	0,38327	0,06027	0,60300	0,01442	1,44152	0,09431	-0,13295
0,25	0,00553	0,55293	0,07546	0,61176	0,01672	1,67181	0,08992	-0,21800
0,275	0,00760	0,76023	0,09039	0,58266	0,01889	1,88897	0,08381	-0,27099
0,3	0,01003	1,00335	0,10411	0,51528	0,02090	2,08971	0,07678	-0,29119
0,325	0,01278	1,27812	0,11571	0,41229	0,02273	2,27273	0,06963	-0,28059
0,35	0,01578	1,57819	0,12435	0,27923	0,02439	2,43863	0,06308	-0,24371
0,375	0,01895	1,89537	0,12939	0,12405	0,02590	2,58960	0,05769	-0,18719
0,4	0,02220	2,22010	0,13040	-0,04354	0,02729	2,72905	0,05386	-0,11927
0,425	0,02542	2,54209	0,12719	-0,21282	0,02861	2,86108	0,05176	-0,04902
0,45	0,02851	2,85091	0,11987	-0,37299	0,02990	2,98994	0,05133	0,01439
0,475	0,03137	3,13673	0,10878	-0,51401	0,03119	3,11946	0,05229	0,06243
0,5	0,03391	3,39085	0,09451	-0,62739	0,03253	3,25253	0,05417	0,08796
0,525	0,03606	3,60630	0,07784	-0,70634	0,03391	3,39142	0,05694	0,13416
0,55	0,03778	3,77821	0,05969	-0,74593	0,03538	3,53818	0,06047	0,14788
0,575	0,03904	3,90416	0,04107	-0,74396	0,03694	3,69366	0,06391	0,12726
0,6	0,03984	3,98424	0,02300	-0,70153	0,03857	3,85657	0,06642	0,07337
0,625	0,04021	4,02104	0,00644	-0,62296	0,04024	4,02360	0,06721	-0,00990
0,65	0,04019	4,01935	-0,00779	-0,51540	0,04190	4,18965	0,06563	-0,11619
0,675	0,03986	3,98576	-0,01908	-0,38823	0,04348	4,34822	0,06122	-0,23716
0,7	0,03928	3,92805	-0,02709	-0,25228	0,04492	4,49188	0,05371	-0,36323
0,725	0,03855	3,85452	-0,03173	-0,11891	0,04613	4,61292	0,04312	-0,48431
0,75	0,03773	3,77335	-0,03321	0,00087	0,04704	4,70392	0,02968	-0,59069
0,775	0,03692	3,69187	-0,03198	0,09732	0,04758	4,75836	0,01387	-0,67378
0,8	0,03616	3,61599	-0,02873	0,16281	0,04771	4,77116	-0,00363	-0,72683
0,825	0,03550	3,54973	-0,02429	0,19233	0,04739	4,73908	-0,02204	-0,74546
0,85	0,03495	3,49489	-0,01958	0,18396	0,04661	4,66096	-0,04046	-0,72802
0,875	0,03451	3,45097	-0,01555	0,13901	0,04538	4,53789	-0,05800	-0,67568
0,9	0,03415	3,41525	-0,01304	0,06183	0,04373	4,37307	-0,07385	-0,59238
0,925	0,03383	3,38299	-0,01277	-0,04051	0,04172	4,17162	-0,08731	-0,48442
0,95	0,03348	3,34795	-0,01526	-0,15881	0,03940	3,94014	-0,09787	-0,36000
0,975	0,03303	3,30290	-0,02078	-0,28258	0,03686	3,68628	-0,10522	-0,22850
1	0,03240	3,24028	-0,02932	-0,40080	0,03418	3,41809	-0,10933	-0,09973
1,025	0,03153	3,15286	-0,04062	-0,50292	0,03143	3,14348	-0,11036	0,01686
1,05	0,03034	3,03440	-0,05415	-0,57966	0,02870	2,86960	-0,10874	0,11297
1,075	0,02880	2,88022	-0,06919	-0,62383	0,02602	2,60236	-0,10505	0,18210
1,1	0,02688	2,68764	-0,08488	-0,63083	0,02346	2,34602	-0,10002	0,22006
1,125	0,02456	2,45623	-0,10025	-0,59909	0,02103	2,10292	-0,09446	0,22532
1,15	0,02188	2,18796	-0,11437	-0,53014	0,01873	1,87341	-0,08915	0,19906
1,175	0,01887	1,88707	-0,12635	-0,42849	0,01656	1,65591	-0,08485	0,14512
1,2	0,01560	1,55980	-0,13547	-0,30127	0,01447	1,44714	-0,08217	0,06961

Fig. A 60. Resposta del sistema per excitació impulsional





1,225	0,01214	1,21395	-0,14121	-0,15759	0,01243	1,24250	-0,08154	-0,01958
1,25	0,00858	0,85835	-0,14327	-0,00784	0,01037	1,03657	-0,08320	-0,11345
1,275	0,00502	0,50219	-0,14166	0,13718	0,00824	0,82363	-0,08715	-0,20264
1,3	0,00154	0,15437	-0,13660	0,26714	0,00598	0,59823	-0,09316	-0,27822
1,325	-0,00177	-0,17714	-0,12860	0,37301	0,00356	0,35577	-0,10080	-0,33238
1,35	-0,00486	-0,48582	-0,11834	0,44778	0,00093	0,09298	-0,10944	-0,35913
1,375	-0,00767	-0,76706	-0,10666	0,48702	-0,00192	-0,19178	-0,11836	-0,35472
1,4	-0,01018	-1,01845	-0,09445	0,48923	-0,00498	-0,49820	-0,12677	-0,31801
1,425	-0,01240	-1,23982	-0,08264	0,45591	-0,00824	-0,82402	-0,13388	-0,25050
1,45	-0,01433	-1,43317	-0,07205	0,39143	-0,01165	-1,16508	-0,13896	-0,15623
1,475	-0,01602	-1,60245	-0,06337	0,30268	-0,01516	-1,51558	-0,14143	-0,04143
1,5	-0,01753	-1,75304	-0,05711	0,19841	-0,01868	-1,86847	-0,14088	0,08597
1,525	-0,01891	-1,89133	-0,05352	0,08860	-0,02216	-2,21593	-0,13709	0,21703
1,55	-0,02024	-2,02400	-0,05262	-0,01647	-0,02550	-2,54991	-0,13010	0,34249
1,575	-0,02157	-2,15747	-0,05416	-0,10698	-0,02863	-2,86272	-0,12015	0,45356
1,6	-0,02297	-2,29727	-0,05768	-0,17443	-0,03148	-3,14752	-0,10769	0,54259
1,625	-0,02448	-2,44751	-0,06251	-0,21233	-0,03399	-3,39884	-0,09337	0,60370
1,65	-0,02610	-2,61050	-0,06788	-0,21670	-0,03613	-3,61293	-0,07790	0,63325
1,675	-0,02786	-2,78649	-0,07291	-0,18637	-0,03788	-3,78795	-0,06211	0,63012
1,7	-0,02974	-2,97361	-0,07678	-0,12314	-0,03924	-3,92407	-0,04679	0,59576
1,725	-0,03168	-3,16798	-0,07872	-0,03153	-0,04023	-4,02339	-0,03266	0,53409
1,75	-0,03364	-3,36399	-0,07809	0,08154	-0,04090	-4,08965	-0,02035	0,45112
1,775	-0,03555	-3,55471	-0,07448	0,20737	-0,04128	-4,12794	-0,01028	0,35447
1,8	-0,03732	-3,73242	-0,06769	0,33614	-0,04144	-4,14415	-0,00269	0,25274
1,825	-0,03889	-3,88923	-0,05776	0,45777	-0,04145	-4,14451	0,00240	0,15478
1,85	-0,04018	-4,01769	-0,04501	0,56273	-0,04135	-4,13500	0,00520	0,06896
1,875	-0,04111	-4,11137	-0,02994	0,64280	-0,04121	-4,12088	0,00609	0,00253
1,9	-0,04165	-4,16536	-0,01326	0,69172	-0,04106	-4,10621	0,00564	-0,03902
1,925	-0,04177	-4,17666	0,00421	0,70575	-0,04094	-4,09355	0,00450	-0,05237
1,95	-0,04144	-4,14442	0,02158	0,68388	-0,04084	-4,08370	0,00338	-0,03665
1,975	-0,04070	-4,06996	0,03798	0,62797	-0,04076	-4,07571	0,00301	0,00655
2	-0,03957	-3,95672	0,05261	0,54253	-0,04067	-4,06694	0,00400	0,07325
2,025	-0,03810	-3,80993	0,06482	0,43436	-0,04053	-4,05332	0,00689	0,15750
2,05	-0,03636	-3,63621	0,07415	0,31200	-0,04030	-4,02971	0,01201	0,25183
2,075	-0,03443	-3,44306	0,08037	0,18500	-0,03990	-3,99032	0,01950	0,34786
2,1	-0,03238	-3,23827	0,08347	0,06312	-0,03929	-3,92930	0,02931	0,43705
2,125	-0,03029	-3,02931	0,08370	-0,04442	-0,03841	-3,84120	0,04117	0,51133
2,15	-0,02823	-2,82278	0,08152	-0,12970	-0,03721	-3,72148	0,05461	0,56384
2,175	-0,02624	-2,62391	0,07757	-0,18677	-0,03567	-3,56694	0,06902	0,58940
2,2	-0,02436	-2,43623	0,07258	-0,21208	-0,03376	-3,37603	0,08370	0,58501
2,225	-0,02261	-2,26128	0,06737	-0,20476	-0,03149	-3,14904	0,09789	0,55002
2,25	-0,02099	-2,09866	0,06273	-0,16669	-0,02888	-2,88812	0,11084	0,48624
2,275	-0,01946	-1,94604	0,05937	-0,10232	-0,02597	-2,59720	0,12189	0,39771
2,3	-0,01800	-1,79950	0,05786	-0,01826	-0,02282	-2,28171	0,13050	0,29043
2,325	-0,01654	-1,65394	0,05860	0,07723	-0,01948	-1,94825	0,13627	0,17185
2,35	-0,01504	-1,50350	0,06175	0,17499	-0,01604	-1,60409	0,13905	0,05021
2,375	-0,01342	-1,34225	0,06726	0,26566	-0,01257	-1,25671	0,13885	-0,06605
2,4	-0,01165	-1,16463	0,07483	0,34048	-0,00913	-0,91326	0,13591	-0,16906
2,425	-0,00966	-0,96610	0,08399	0,39203	-0,00580	-0,58006	0,13065	-0,25205
2,45	-0,00744	-0,74352	0,09408	0,41479	-0,00262	-0,26222	0,12362	-0,31001
2,475	-0,00496	-0,49552	0,10433	0,40560	0,00037	0,03669	0,11550	-0,33997
2,5	-0,00223	-0,22267	0,11395	0,36396	0,00315	0,31479	0,10698	-0,34130
2,525	0,00072	0,07246	0,12215	0,29197	0,00572	0,57198	0,09877	-0,31570
2,55	0,00385	0,38543	0,12823	0,19425	0,00810	0,80980	0,09149	-0,26705
2,575	0,00710	0,71024	0,13162	0,07748	0,01031	1,03120	0,08563	-0,20110
2,6	0,01040	1,03973	0,13197	-0,05011	0,01240	1,24019	0,08156	-0,12493

Fig. A 61. Resposta del sistema per excitació impulsional



2,625	0,01366	1,36605	0,12910	-0,17944	0,01441	1,44141	0,07942	-0,04640
2,65	0,01681	1,68128	0,12309	-0,30129	0,01640	1,63964	0,07917	0,02651
2,675	0,01978	1,97793	0,11423	-0,40708	0,01839	1,83933	0,08058	0,08638
2,7	0,02250	2,24950	0,10302	-0,48955	0,02044	2,04411	0,08325	0,12695
2,725	0,02491	2,49093	0,09011	-0,54330	0,02256	2,25645	0,08663	0,14362
2,75	0,02699	2,69889	0,07626	-0,56530	0,02477	2,47736	0,09010	0,13382
2,775	0,02872	2,87203	0,06225	-0,55504	0,02706	2,70621	0,09299	0,09725
2,8	0,03011	3,01094	0,04888	-0,51459	0,02941	2,94075	0,09465	0,03586
2,825	0,03118	3,11810	0,03684	-0,44840	0,03177	3,17721	0,09452	-0,04631
2,85	0,03198	3,19753	0,02670	-0,36292	0,03411	3,41054	0,09215	-0,14345
2,875	0,03254	3,25446	0,01884	-0,26608	0,03635	3,63479	0,08725	-0,24847
2,9	0,03295	3,29480	0,01343	-0,16659	0,03843	3,84350	0,07972	-0,35359
2,925	0,03325	3,32463	0,01043	-0,07324	0,04030	4,03023	0,06966	-0,45098
2,95	0,03350	3,34967	0,00959	0,00581	0,04189	4,18901	0,05736	-0,53335
2,975	0,03375	3,37473	0,01046	0,06371	0,04315	4,31479	0,04326	-0,59460
3	0,03403	3,40337	0,01245	0,09545	0,04404	4,40380	0,02795	-0,63029
3,025	0,03438	3,43752	0,01487	0,09832	0,04454	4,45386	0,01210	-0,63797
3,05	0,03477	3,47736	0,01700	0,07205	0,04464	4,46449	-0,00360	-0,61738
3,075	0,03521	3,52129	0,01814	0,01885	0,04437	4,43694	-0,01844	-0,57048
3,1	0,03566	3,56604	0,01766	-0,05678	0,04374	4,37409	-0,03184	-0,50124
3,125	0,03607	3,60699	0,01510	-0,14843	0,04280	4,28016	-0,04330	-0,41533
3,15	0,03639	3,63854	0,01014	-0,24832	0,04160	4,16044	-0,05248	-0,31965
3,175	0,03655	3,65457	0,00269	-0,34797	0,04021	4,02077	-0,05925	-0,22172
3,2	0,03649	3,64899	-0,00715	-0,43885	0,03867	3,86716	-0,06364	-0,12913
3,225	0,03616	3,61624	-0,01905	-0,51311	0,03705	3,70528	-0,06586	-0,04886
3,25	0,03552	3,55178	-0,03252	-0,56420	0,03540	3,54007	-0,06631	0,01323
3,275	0,03452	3,45250	-0,04691	-0,58744	0,03375	3,37534	-0,06548	0,05292
3,3	0,03317	3,31697	-0,06151	-0,58034	0,03214	3,21352	-0,06397	0,06793
3,325	0,03146	3,14565	-0,07555	-0,54284	0,03056	3,05557	-0,06239	0,05811
3,35	0,02941	2,94084	-0,08830	-0,47727	0,02901	2,90089	-0,06135	0,02539
3,375	0,02707	2,70657	-0,09912	-0,38819	0,02747	2,74750	-0,06136	-0,02630
3,4	0,02448	2,44831	-0,10749	-0,28196	0,02592	2,59225	-0,06283	-0,09148
3,425	0,02173	2,17257	-0,11310	-0,16627	0,02431	2,43118	-0,06602	-0,16350
3,45	0,01886	1,88645	-0,11579	-0,04945	0,02260	2,25990	-0,07100	-0,23513
3,475	0,01597	1,59714	-0,11566	0,06015	0,02074	2,07404	-0,07768	-0,29915
3,5	0,01311	1,31135	-0,11297	0,15487	0,01870	1,86971	-0,08578	-0,34896
3,525	0,01035	1,03490	-0,10818	0,22836	0,01644	1,64387	-0,09488	-0,37909
3,55	0,00772	0,77233	-0,10188	0,27607	0,01395	1,39471	-0,10444	-0,38569
3,575	0,00527	0,52657	-0,09473	0,29561	0,01122	1,12184	-0,11385	-0,36681
3,6	0,00299	0,29885	-0,08745	0,28692	0,00826	0,82644	-0,12247	-0,32257
3,625	0,00089	0,08865	-0,08071	0,25228	0,00511	0,51125	-0,12969	-0,25515
3,65	-0,00106	-0,10612	-0,07510	0,19606	0,00180	0,18040	-0,13499	-0,16858
3,675	-0,00289	-0,28887	-0,07110	0,12440	-0,00161	-0,16077	-0,13795	-0,06844
3,7	-0,00464	-0,46398	-0,06899	0,04465	-0,00506	-0,50611	-0,13832	0,03860
3,725	-0,00636	-0,63629	-0,06887	-0,03524	-0,00849	-0,84904	-0,13602	0,14536
3,75	-0,00811	-0,81069	-0,07065	-0,10735	-0,01183	-1,18300	-0,13115	0,24467
3,775	-0,00992	-0,99156	-0,07405	-0,16448	-0,01502	-1,50189	-0,12396	0,33002
3,8	-0,01182	-1,18239	-0,07861	-0,20070	-0,01800	-1,80045	-0,11489	0,39602
3,825	-0,01385	-1,38537	-0,08377	-0,21189	-0,02075	-2,07463	-0,10445	0,43886
3,85	-0,01601	-1,60117	-0,08887	-0,19600	-0,02322	-2,32176	-0,09326	0,45660
3,875	-0,01829	-1,82880	-0,09323	-0,15328	-0,02541	-2,54075	-0,08193	0,44931
3,9	-0,02066	-2,06562	-0,09623	-0,08620	-0,02732	-2,73202	-0,07108	0,41903
3,925	-0,02308	-2,30753	-0,09730	0,00071	-0,02897	-2,89740	-0,06122	0,36962
3,95	-0,02549	-2,54918	-0,09602	0,10130	-0,03040	-3,03990	-0,05277	0,30641
3,975	-0,02784	-2,78440	-0,09215	0,20825	-0,03163	-3,16335	-0,04600	0,23573
4	-0,03007	-3,00662	-0,08563	0,31368	-0,03272	-3,27209	-0,04099	0,16444

Fig. A 62. Resposta del sistema per excitació impulsional





4,025	-0,03209	-3,20939	-0,07658	0,40983	-0,03370	-3,37045	-0,03770	0,09929
4,05	-0,03387	-3,38679	-0,06534	0,48964	-0,03462	-3,46242	-0,03587	0,04643
4,075	-0,03534	-3,53394	-0,05238	0,54736	-0,03551	-3,55121	-0,03516	0,01086
4,1	-0,03647	-3,64729	-0,03830	0,57898	-0,03639	-3,63900	-0,03507	-0,00395
4,125	-0,03725	-3,72489	-0,02378	0,58257	-0,03727	-3,72668	-0,03508	0,00366
4,15	-0,03767	-3,76651	-0,00952	0,55839	-0,03814	-3,81379	-0,03461	0,03339
4,175	-0,03774	-3,77363	0,00382	0,50890	-0,03899	-3,89851	-0,03316	0,08306
4,2	-0,03749	-3,74927	0,01567	0,43850	-0,03978	-3,97778	-0,03026	0,14874
4,225	-0,03698	-3,69773	0,02556	0,35319	-0,04048	-4,04758	-0,02559	0,22513
4,25	-0,03624	-3,62425	0,03323	0,26005	-0,04103	-4,10325	-0,01895	0,30596
4,275	-0,03535	-3,53451	0,03856	0,16669	-0,04140	-4,13983	-0,01032	0,38455
4,3	-0,03434	-3,43424	0,04165	0,08057	-0,04153	-4,15252	0,00017	0,45430
4,325	-0,03329	-3,32872	0,04277	0,00844	-0,04137	-4,13704	0,01221	0,50931
4,35	-0,03222	-3,22237	0,04232	-0,04422	-0,04090	-4,09003	0,02539	0,54477
4,375	-0,03118	-3,11841	0,04084	-0,07364	-0,04009	-4,00933	0,03917	0,55742
4,4	-0,03019	-3,01867	0,03895	-0,07808	-0,03894	-3,89418	0,05296	0,54576
4,425	-0,02923	-2,92343	0,03725	-0,05791	-0,03745	-3,74528	0,06616	0,51021
4,45	-0,02831	-2,83145	0,03633	-0,01560	-0,03565	-3,56484	0,07820	0,45303
4,475	-0,02740	-2,74018	0,03669	0,04451	-0,03356	-3,35636	0,08859	0,37816
4,5	-0,02646	-2,64594	0,03870	0,11656	-0,03124	-3,12444	0,09695	0,29085
4,525	-0,02544	-2,54433	0,04258	0,19370	-0,02874	-2,87443	0,10305	0,19728
4,55	-0,02431	-2,43065	0,04836	0,26862	-0,02612	-2,61210	0,10682	0,10402
4,575	-0,02300	-2,30033	0,05590	0,33417	-0,02343	-2,34315	0,10834	0,01751
4,6	-0,02149	-2,14937	0,06487	0,38395	-0,02073	-2,07292	0,10785	-0,05648
4,625	-0,01975	-1,97473	0,07483	0,41283	-0,01806	-1,80595	0,10573	-0,11326
4,65	-0,01775	-1,77468	0,08521	0,41737	-0,01546	-1,54574	0,10244	-0,14966
4,675	-0,01549	-1,54894	0,09538	0,39610	-0,01295	-1,29454	0,09852	-0,16422
4,7	-0,01299	-1,29885	0,10470	0,34963	-0,01053	-1,05327	0,09450	-0,15734
4,725	-0,01027	-1,02725	0,11258	0,28057	-0,00822	-0,82153	0,09089	-0,13116
4,75	-0,00738	-0,73840	0,11850	0,19338	-0,00598	-0,59774	0,08813	-0,08945
4,775	-0,00438	-0,43766	0,12209	0,09391	-0,00379	-0,37939	0,08655	-0,03724
4,8	-0,00131	-0,13113	0,12313	-0,01099	-0,00163	-0,16328	0,08633	0,01962
4,825	0,00175	0,17474	0,12157	-0,11410	0,00054	0,05402	0,08751	0,07489
4,85	0,00474	0,47362	0,11754	-0,20837	0,00276	0,27589	0,08998	0,12253
4,875	0,00760	0,75971	0,11134	-0,28751	0,00505	0,50521	0,09348	0,15715
4,9	0,01028	1,02815	0,10341	-0,34650	0,00744	0,74408	0,09762	0,17445
4,925	0,01275	1,27529	0,09431	-0,38196	0,00994	0,99354	0,10195	0,17163
4,95	0,01499	1,49896	0,08463	-0,39243	0,01253	1,25340	0,10594	0,14755
4,975	0,01698	1,69848	0,07499	-0,37847	0,01522	1,52215	0,10907	0,10285
5	0,01875	1,87468	0,06598	-0,34259	0,01797	1,79705	0,11085	0,03990
5,025	0,02030	2,02976	0,05808	-0,28904	0,02074	2,07422	0,11088	-0,03740
5,05	0,02167	2,16695	0,05168	-0,22345	0,02349	2,34890	0,10887	-0,12397
5,075	0,02290	2,29027	0,04698	-0,15232	0,02616	2,61578	0,10464	-0,21390
5,1	0,02404	2,40404	0,04404	-0,08254	0,02869	2,86934	0,09821	-0,30102
5,125	0,02513	2,51253	0,04275	-0,02077	0,03104	3,10423	0,08970	-0,37931
5,15	0,02620	2,61951	0,04283	0,02708	0,03316	3,31563	0,07942	-0,44347
5,175	0,02728	2,72789	0,04387	0,05636	0,03500	3,49959	0,06776	-0,48927
5,2	0,02839	2,83945	0,04538	0,06401	0,03653	3,65331	0,05522	-0,51393
5,225	0,02955	2,95465	0,04679	0,04885	0,03775	3,77526	0,04234	-0,51634
5,25	0,03073	3,07257	0,04754	0,01166	0,03865	3,86527	0,02967	-0,49710
5,275	0,03191	3,19091	0,04713	-0,04493	0,03925	3,92452	0,01773	-0,45848
5,3	0,03306	3,30621	0,04511	-0,11661	0,03955	3,95536	0,00694	-0,40425
5,325	0,03414	3,41407	0,04118	-0,19778	0,03961	3,96110	-0,00235	-0,33929
5,35	0,03510	3,50952	0,03518	-0,28201	0,03946	3,94571	-0,00996	-0,26927
5,375	0,03587	3,58740	0,02712	-0,36257	0,03913	3,91348	-0,01583	-0,20012
5,4	0,03643	3,64278	0,01718	-0,43297	0,03869	3,86864	-0,02005	-0,13755

Fig. A 63. Resposta del sistema per excitació impulsional



5,425	0,03671	3,67135	0,00567	-0,48748	0,03815	3,81502	-0,02285	-0,08663
5,45	0,03670	3,66977	-0,00694	-0,52165	0,03756	3,75574	-0,02457	-0,05131
5,475	0,03636	3,63595	-0,02012	-0,53259	0,03693	3,69297	-0,02564	-0,03416
5,5	0,03569	3,56922	-0,03327	-0,51924	0,03628	3,62776	-0,02652	-0,03616
5,525	0,03470	3,47040	-0,04579	-0,48246	0,03560	3,56001	-0,02768	-0,05660
5,55	0,03342	3,34176	-0,05713	-0,42491	0,03488	3,48847	-0,02955	-0,09318
5,575	0,03187	3,18682	-0,06683	-0,35087	0,03411	3,41091	-0,03249	-0,14219
5,6	0,03010	3,01012	-0,07453	-0,26584	0,03324	3,32434	-0,03676	-0,19886
5,625	0,02817	2,81687	-0,08006	-0,17613	0,03225	3,22532	-0,04247	-0,25771
5,65	0,02613	2,61259	-0,08337	-0,08831	0,03110	3,11024	-0,04960	-0,31303
5,675	0,02403	2,40266	-0,08458	-0,00867	0,02976	2,97573	-0,05800	-0,35935
5,7	0,02192	2,19198	-0,08397	0,05723	0,02819	2,81898	-0,06739	-0,39190
5,725	0,01985	1,98459	-0,08194	0,10509	0,02638	2,63801	-0,07738	-0,40698
5,75	0,01783	1,78344	-0,07898	0,13213	0,02432	2,43192	-0,08750	-0,40228
5,775	0,01590	1,59022	-0,07561	0,13736	0,02201	2,20100	-0,09724	-0,37705
5,8	0,01405	1,40524	-0,07237	0,12161	0,01947	1,94682	-0,10610	-0,33218
5,825	0,01228	1,22758	-0,06976	0,08750	0,01672	1,67216	-0,11363	-0,27009
5,85	0,01055	1,05517	-0,06817	0,03912	0,01381	1,38082	-0,11944	-0,19457
5,875	0,00885	0,88506	-0,06791	-0,01824	0,01077	1,07745	-0,12325	-0,11043
5,9	0,00714	0,71377	-0,06912	-0,07855	0,00767	0,76723	-0,12492	-0,02316
5,925	0,00538	0,53762	-0,07180	-0,13557	0,00456	0,45553	-0,12444	0,06160
5,95	0,00353	0,35314	-0,07579	-0,18334	0,00148	0,14755	-0,12194	0,13840
5,975	0,00157	0,15742	-0,08079	-0,21670	-0,00152	-0,15198	-0,11768	0,20254
6	-0,00052	-0,05155	-0,08639	-0,23166	-0,00439	-0,43910	-0,11202	0,25033
6,025	-0,00275	-0,27467	-0,09211	-0,22579	-0,00711	-0,71087	-0,10540	0,27948
6,05	-0,00512	-0,51157	-0,09741	-0,19837	-0,00965	-0,96548	-0,09829	0,28919
6,075	-0,00761	-0,76055	-0,10177	-0,15047	-0,01202	-1,20230	-0,09117	0,28024
6,1	-0,01019	-1,01865	-0,10471	-0,08485	-0,01422	-1,42187	-0,08448	0,25492
6,125	-0,01282	-1,28185	-0,10584	-0,00570	-0,01626	-1,62570	-0,07858	0,21679
6,15	-0,01545	-1,54527	-0,10490	0,08162	-0,01816	-1,81611	-0,07374	0,17043
6,175	-0,01804	-1,80356	-0,10174	0,17114	-0,01996	-1,99592	-0,07010	0,12098
6,2	-0,02051	-2,05122	-0,09639	0,25663	-0,02168	-2,16813	-0,06767	0,07380
6,225	-0,02283	-2,28299	-0,08903	0,33224	-0,02336	-2,33561	-0,06632	0,03393
6,25	-0,02494	-2,49423	-0,07996	0,39286	-0,02501	-2,50079	-0,06582	0,00576
6,275	-0,02681	-2,68121	-0,06962	0,43459	-0,02665	-2,66538	-0,06584	-0,00738
6,3	-0,02841	-2,84137	-0,05850	0,45504	-0,02830	-2,83016	-0,06598	-0,00348
6,325	-0,02973	-2,97342	-0,04714	0,45348	-0,02995	-2,99488	-0,06580	0,01799
6,35	-0,03077	-3,07746	-0,03609	0,43095	-0,03158	-3,15822	-0,06487	0,05605
6,375	-0,03155	-3,15486	-0,02583	0,39008	-0,03318	-3,31783	-0,06282	0,10827
6,4	-0,03208	-3,20809	-0,01676	0,33493	-0,03471	-3,47052	-0,05933	0,17100
6,425	-0,03241	-3,24054	-0,00919	0,27062	-0,03612	-3,61242	-0,05420	0,23966
6,45	-0,03256	-3,25613	-0,00327	0,20290	-0,03739	-3,73934	-0,04734	0,30913
6,475	-0,03259	-3,25899	0,00098	0,13770	-0,03847	-3,84700	-0,03879	0,37413
6,5	-0,03253	-3,25312	0,00371	0,08059	-0,03931	-3,93142	-0,02875	0,42970
6,525	-0,03242	-3,24202	0,00517	0,03639	-0,03989	-3,98921	-0,01748	0,47157
6,55	-0,03228	-3,22838	0,00574	0,00875	-0,04018	-4,01778	-0,00538	0,49651
6,575	-0,03214	-3,21390	0,00584	-0,00017	-0,04016	-4,01562	0,00711	0,50260
6,6	-0,03199	-3,19913	0,00597	0,01020	-0,03982	-3,98235	0,01951	0,48937
6,625	-0,03183	-3,18344	0,00658	0,03873	-0,03919	-3,91878	0,03135	0,45782
6,65	-0,03165	-3,16509	0,00810	0,08275	-0,03827	-3,82684	0,04220	0,41035
6,675	-0,03141	-3,14138	0,01086	0,13823	-0,03709	-3,70945	0,05171	0,35056
6,7	-0,03109	-3,10894	0,01509	0,20016	-0,03570	-3,57027	0,05963	0,28292
6,725	-0,03064	-3,06397	0,02088	0,26296	-0,03413	-3,41346	0,06582	0,21244
6,75	-0,03003	-3,00264	0,02818	0,32089	-0,03243	-3,24333	0,07028	0,14423
6,775	-0,02921	-2,92142	0,03680	0,36861	-0,03064	-3,06407	0,07312	0,08310
6,8	-0,02817	-2,81739	0,04643	0,40154	-0,02879	-2,87945	0,07458	0,03319

Fig. A 64. Resposta del sistema per excitació impulsional



6,825	-0,02689	-2,68855	0,05665	0,41627	-0,02693	-2,69253	0,07496	-0,00240
6,85	-0,02534	-2,53400	0,06699	0,41084	-0,02506	-2,50551	0,07466	-0,02183
6,875	-0,02354	-2,35410	0,07693	0,38487	-0,02320	-2,31959	0,07408	-0,02466
6,9	-0,02150	-2,15045	0,08599	0,33962	-0,02135	-2,13497	0,07362	-0,01186
6,925	-0,01926	-1,92583	0,09371	0,27784	-0,01951	-1,95088	0,07365	0,01425
6,95	-0,01684	-1,68404	0,09973	0,20358	-0,01766	-1,76575	0,07446	0,05022
6,975	-0,01430	-1,42964	0,10379	0,12185	-0,01577	-1,57739	0,07623	0,09178
7	-0,01168	-1,16766	0,10579	0,03819	-0,01383	-1,38328	0,07906	0,13417
7,025	-0,00903	-0,90323	0,10575	-0,04176	-0,01181	-1,18085	0,08289	0,17256
7,05	-0,00641	-0,64127	0,10382	-0,11273	-0,00968	-0,96777	0,08758	0,20244
7,075	-0,00386	-0,38615	0,10028	-0,17022	-0,00742	-0,74223	0,09286	0,21999
7,1	-0,00141	-0,14140	0,09552	-0,21089	-0,00503	-0,50317	0,09839	0,22241
7,125	0,00090	0,09046	0,08997	-0,23279	-0,00250	-0,25048	0,10377	0,20815
7,15	0,00308	0,30807	0,08412	-0,23552	0,00015	0,01496	0,10858	0,17699
7,175	0,00511	0,51125	0,07842	-0,22026	0,00291	0,29122	0,11242	0,13013
7,2	0,00701	0,70089	0,07330	-0,18963	0,00575	0,57540	0,11492	0,07003
7,225	0,00879	0,87887	0,06908	-0,14747	0,00864	0,86381	0,11580	0,00026
7,25	0,01048	1,04773	0,06601	-0,09856	0,01152	1,15215	0,11487	-0,07485
7,275	0,01210	1,21046	0,06417	-0,04812	0,01436	1,43581	0,11205	-0,15052
7,3	0,01370	1,37012	0,06355	-0,00149	0,01710	1,71012	0,10740	-0,22189
7,325	0,01530	1,52955	0,06399	0,03639	0,01971	1,97070	0,10107	-0,28449
7,35	0,01691	1,69105	0,06521	0,06137	0,02214	2,21370	0,09333	-0,33449
7,375	0,01856	1,85614	0,06686	0,07042	0,02436	2,43603	0,08454	-0,36910
7,4	0,02025	2,02536	0,06851	0,06186	0,02636	2,63556	0,07509	-0,38673
7,425	0,02198	2,19816	0,06973	0,03554	0,02811	2,81119	0,06541	-0,38712
7,45	0,02373	2,37293	0,07008	-0,00719	0,02963	2,96288	0,05593	-0,37136
7,475	0,02547	2,54704	0,06920	-0,06359	0,03092	3,09157	0,04702	-0,34177
7,5	0,02717	2,71702	0,06678	-0,12974	0,03199	3,19906	0,03898	-0,30171
7,525	0,02879	2,87881	0,06265	-0,20088	0,03288	3,28780	0,03201	-0,25532
7,55	0,03028	3,02805	0,05674	-0,27180	0,03361	3,36060	0,02623	-0,20712
7,575	0,03160	3,16039	0,04913	-0,33726	0,03420	3,42042	0,02162	-0,16168
7,6	0,03272	3,27182	0,04001	-0,39240	0,03470	3,47003	0,01806	-0,12323
7,625	0,03359	3,35894	0,02969	-0,43316	0,03512	3,51177	0,01533	-0,09530
7,65	0,03419	3,41926	0,01857	-0,45661	0,03547	3,54734	0,01313	-0,08046
7,675	0,03451	3,45134	0,00709	-0,46115	0,03578	3,57767	0,01113	-0,08011
7,7	0,03455	3,45489	-0,00425	-0,44664	0,03603	3,60275	0,00894	-0,09433
7,725	0,03431	3,43080	-0,01502	-0,41443	0,03622	3,62174	0,00624	-0,12194
7,75	0,03381	3,38105	-0,02479	-0,36721	0,03633	3,63293	0,00271	-0,16057
7,775	0,03309	3,30852	-0,03324	-0,30881	0,03634	3,63396	-0,00188	-0,20686
7,8	0,03217	3,21679	-0,04014	-0,24384	0,03622	3,62201	-0,00768	-0,25676
7,825	0,03110	3,10985	-0,04541	-0,17737	0,03594	3,59402	-0,01471	-0,30584
7,85	0,02992	2,99177	-0,04906	-0,11445	0,03547	3,54701	-0,02290	-0,34967
7,875	0,02866	2,86640	-0,05124	-0,05976	0,03478	3,47828	-0,03208	-0,38419
7,9	0,02737	2,73711	-0,05220	-0,01718	0,03386	3,38574	-0,04196	-0,40603
7,925	0,02607	2,60651	-0,05228	0,01048	0,03268	3,26806	-0,05219	-0,41279
7,95	0,02476	2,47631	-0,05188	0,02173	0,03125	3,12483	-0,06239	-0,40324
7,975	0,02347	2,34721	-0,05140	0,01649	0,02957	2,95666	-0,07215	-0,37739
8	0,02219	2,21891	-0,05124	-0,00390	0,02765	2,76513	-0,08107	-0,33653
8,025	0,02090	2,09016	-0,05175	-0,03681	0,02553	2,55277	-0,08882	-0,28309
8,05	0,01959	1,95898	-0,05319	-0,07855	0,02323	2,32286	-0,09511	-0,22045
8,075	0,01823	1,82282	-0,05573	-0,12467	0,02079	2,07925	-0,09978	-0,15264
8,1	0,01679	1,67887	-0,05942	-0,17034	0,01826	1,82611	-0,10273	-0,08406
8,125	0,01524	1,52436	-0,06419	-0,21075	0,01568	1,56766	-0,10402	-0,01910
8,15	0,01357	1,35683	-0,06984	-0,24150	0,01308	1,30790	-0,10378	0,03824
8,175	0,01174	1,17442	-0,07609	-0,25898	0,01050	1,05036	-0,10225	0,08463
8,2	0,00976	0,97606	-0,08259	-0,26065	0,00798	0,79790	-0,09972	0,11767

Fig. A 65. Resposta del sistema per excitació impulsional





8,225	0,00762	0,76168	-0,08891	-0,24526	0,00553	0,55256	-0,09655	0,13612
8,25	0,00532	0,53224	-0,09464	-0,21294	0,00316	0,31551	-0,09310	0,13993
8,275	0,00290	0,28972	-0,09937	-0,16517	0,00087	0,08699	-0,08972	0,13029
8,3	0,00037	0,03709	-0,10274	-0,10471	-0,00134	-0,13357	-0,08672	0,10947
8,325	-0,00222	-0,22195	-0,10449	-0,03531	-0,00347	-0,34740	-0,08435	0,08064
8,35	-0,00483	-0,48313	-0,10445	0,03853	-0,00556	-0,55626	-0,08274	0,04761
8,375	-0,00742	-0,74191	-0,10257	0,11201	-0,00762	-0,76215	-0,08197	0,01449
8,4	-0,00994	-0,99376	-0,09892	0,18032	-0,00967	-0,96707	-0,08197	-0,01464
8,425	-0,01234	-1,23450	-0,09367	0,23912	-0,01173	-1,17278	-0,08260	-0,03607
8,45	-0,01460	-1,46049	-0,08712	0,28482	-0,01381	-1,38058	-0,08364	-0,04677
8,475	-0,01669	-1,66893	-0,07963	0,31489	-0,01591	-1,59110	-0,08478	-0,04466
8,5	-0,01858	-1,85795	-0,07159	0,32806	-0,01804	-1,80420	-0,08570	-0,02872
8,525	-0,02027	-2,02673	-0,06343	0,32439	-0,02019	-2,01888	-0,08605	0,00084
8,55	-0,02175	-2,17548	-0,05556	0,30530	-0,02233	-2,23332	-0,08550	0,04268
8,575	-0,02305	-2,30534	-0,04833	0,27338	-0,02445	-2,44493	-0,08379	0,09438
8,6	-0,02418	-2,41827	-0,04201	0,23220	-0,02651	-2,65054	-0,08070	0,15268
8,625	-0,02517	-2,51676	-0,03678	0,18602	-0,02847	-2,84657	-0,07612	0,21374
8,65	-0,02604	-2,60363	-0,03271	0,13941	-0,03029	-3,02926	-0,07003	0,27341
8,675	-0,02682	-2,68172	-0,02976	0,09688	-0,03195	-3,19495	-0,06252	0,32764
8,7	-0,02754	-2,75363	-0,02777	0,06252	-0,03340	-3,34030	-0,05376	0,37274
8,725	-0,02821	-2,82145	-0,02649	0,03965	-0,03463	-3,46255	-0,04403	0,40572
8,75	-0,02887	-2,88658	-0,02561	0,03056	-0,03560	-3,55966	-0,03366	0,42449
8,775	-0,02950	-2,94957	-0,02478	0,03632	-0,03630	-3,63047	-0,02300	0,42807
8,8	-0,03010	-3,01006	-0,02361	0,05670	-0,03675	-3,67477	-0,01244	0,41662
8,825	-0,03067	-3,06680	-0,02178	0,09019	-0,03693	-3,69324	-0,00234	0,39144
8,85	-0,03118	-3,11774	-0,01897	0,13417	-0,03687	-3,68743	0,00699	0,35485
8,875	-0,03160	-3,16019	-0,01498	0,18504	-0,03660	-3,65957	0,01530	0,30999
8,9	-0,03191	-3,19102	-0,00969	0,23863	-0,03612	-3,61240	0,02243	0,26058
8,925	-0,03207	-3,20698	-0,00307	0,29044	-0,03549	-3,54896	0,02832	0,21057
8,95	-0,03205	-3,20487	0,00476	0,33609	-0,03472	-3,47230	0,03300	0,16386
8,975	-0,03182	-3,18192	0,01360	0,37164	-0,03385	-3,38530	0,03660	0,12398
9	-0,03136	-3,13595	0,02317	0,39392	-0,03290	-3,29040	0,03932	0,09376
9,025	-0,03066	-3,06560	0,03311	0,40076	-0,03189	-3,18945	0,04143	0,07516
9,05	-0,02970	-2,97046	0,04301	0,39121	-0,03084	-3,08362	0,04324	0,06908
9,075	-0,02851	-2,85112	0,05247	0,36559	-0,02973	-2,97327	0,04504	0,07532
9,1	-0,02709	-2,70915	0,06110	0,32544	-0,02858	-2,85804	0,04714	0,09258
9,125	-0,02547	-2,54703	0,06859	0,27344	-0,02737	-2,73689	0,04978	0,11859
9,15	-0,02368	-2,36796	0,07467	0,21313	-0,02608	-2,60824	0,05314	0,15032
9,175	-0,02176	-2,17562	0,07919	0,14865	-0,02470	-2,47016	0,05732	0,18421
9,2	-0,01974	-1,97399	0,08211	0,08441	-0,02321	-2,32060	0,06233	0,21647
9,225	-0,01767	-1,76702	0,08347	0,02472	-0,02158	-2,15758	0,06808	0,24342
9,25	-0,01558	-1,55837	0,08345	-0,02656	-0,01979	-1,97949	0,07439	0,26176
9,275	-0,01351	-1,35119	0,08229	-0,06632	-0,01785	-1,78521	0,08103	0,26887
9,3	-0,01148	-1,14795	0,08030	-0,09245	-0,01574	-1,57434	0,08768	0,26303
9,325	-0,00950	-0,95026	0,07785	-0,10401	-0,01347	-1,34723	0,09401	0,24352
9,35	-0,00759	-0,75885	0,07528	-0,10127	-0,01105	-1,10511	0,09969	0,21073
9,375	-0,00574	-0,57357	0,07294	-0,08570	-0,00850	-0,85001	0,10440	0,16610
9,4	-0,00393	-0,39348	0,07113	-0,05982	-0,00585	-0,58468	0,10787	0,11200
9,425	-0,00217	-0,21702	0,07004	-0,02700	-0,00312	-0,31244	0,10992	0,05154
9,45	-0,00042	-0,04220	0,06981	0,00883	-0,00037	-0,03703	0,11041	-0,01167
9,475	0,00133	0,13315	0,07047	0,04352	0,00238	0,23768	0,10935	-0,07380
9,5	0,00311	0,31114	0,07192	0,07304	0,00508	0,50784	0,10678	-0,13117
9,525	0,00494	0,49356	0,07401	0,09380	0,00770	0,76993	0,10289	-0,18046
9,55	0,00682	0,68166	0,07647	0,10299	0,01021	1,02091	0,09790	-0,21904
9,575	0,00876	0,87599	0,07899	0,09875	0,01258	1,25840	0,09209	-0,24513
9,6	0,01076	1,07627	0,08123	0,08036	0,01481	1,48077	0,08580	-0,25797

Fig. A 66. Resposta del sistema per excitació impulsional



9,625	0,01281	1,28136	0,08284	0,04830	0,01687	1,68722	0,07936	-0,25783
9,65	0,01489	1,48927	0,08350	0,00418	0,01878	1,87774	0,07306	-0,24603
9,675	0,01697	1,69731	0,08293	-0,04936	0,02053	2,05304	0,06717	-0,22476
9,7	0,01902	1,90216	0,08095	-0,10889	0,02214	2,21438	0,06190	-0,19694
9,725	0,02100	2,10018	0,07746	-0,17045	0,02363	2,36347	0,05737	-0,16595
9,75	0,02288	2,28757	0,07246	-0,22989	0,02502	2,50218	0,05360	-0,13534
9,775	0,02461	2,46070	0,06604	-0,28322	0,02632	2,63237	0,05055	-0,10857
9,8	0,02616	2,61627	0,05842	-0,32687	0,02756	2,75567	0,04809	-0,08866
9,825	0,02752	2,75161	0,04986	-0,35804	0,02873	2,87328	0,04600	-0,07802
9,85	0,02865	2,86480	0,04069	-0,37492	0,02986	2,98584	0,04405	-0,07818
9,875	0,02955	2,95479	0,03130	-0,37675	0,03093	3,09335	0,04195	-0,08971
9,9	0,03021	3,02146	0,02204	-0,36399	0,03195	3,19507	0,03943	-0,11219
9,925	0,03066	3,06558	0,01326	-0,33819	0,03290	3,28963	0,03622	-0,14419
9,95	0,03089	3,08873	0,00526	-0,30186	0,03375	3,37507	0,03213	-0,18343
9,975	0,03093	3,09313	-0,00174	-0,25831	0,03449	3,44898	0,02700	-0,22698
10	0,03081	3,08144	-0,00761	-0,21133	0,03509	3,50869	0,02077	-0,27148

**Fig. A 67.** Resposta del sistema per excitació impulsional

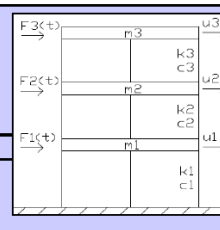


## A 8. Full del cas impulsional (explosió): Estructura de tres graus de llibertat amb bigues dobles d'acer

Full utilitzat a l'apartat 7.3.2 per obtenir la resposta del sistema un cop especificats tant els elements constructius com el sistema petard-recipient. En primer lloc es mostra el full d'interacció en que s'introdueixen les variables i s'obté la resposta. Tot seguit el full amb els càlculs necessaris, incloent la iteració del mètode de Newmark. I finalment el de resolució de l'equació de tercer grau.

### Dades d'entrada

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
Bigues	Esmorteiment	0,01	
	Massa	2,473	kg
Força de l'explosió (amplitud inicial concentrada al cantell de la biga)	1r pis	0	N
	2n pis	0	N
	3r pis	4	N



Matriu de Masses [M]	2,596	0	0
	0	2,596	0
	0	0	2,596

Matriu de Rigidesa [K]	230,650848	-176,445648	0
	-176,445648	475,131744	-298,6861
	0	-298,686096	298,6861

### Freqüències i períodes pròpis

$\omega_1 = 2,440499575 \text{ s}^{-1}$	$T_1 = 2,5745 \text{ s}$
$\omega_2 = 9,813636666 \text{ s}^{-1}$	$T_2 = 0,6403 \text{ s}$
$\omega_3 = 16,87204445 \text{ s}^{-1}$	$T_3 = 0,3724 \text{ s}$

### Matriu modal del sistema:

$[\Phi] =$	0,354534184	0,512676	0,17135
	0,432381574	-0,056262	-0,493662
	0,269369077	-0,345262	0,33488

$[\Phi]^T =$	0,354534184	0,432382	0,269369
	0,512676131	-0,056262	-0,345262
	0,171350315	-0,493662	0,33488

### Matrius en base modal:

$[M]_\Phi =$	1	0	0
	0	1	0
	0	0	1

$[K]_\Phi =$	5,956038174	0	0
	0	96,30746	0
	0	0	284,6659

$[C]_\Phi =$	0,048809991	0	0
	0	0,196273	0
	0	0	0,337441

### Desplaçaments màxims (cm)

U1 = 4,083408394
U2 = 4,416484014
U3 = 3,188879703

### Velocitats màxims (cm/s)

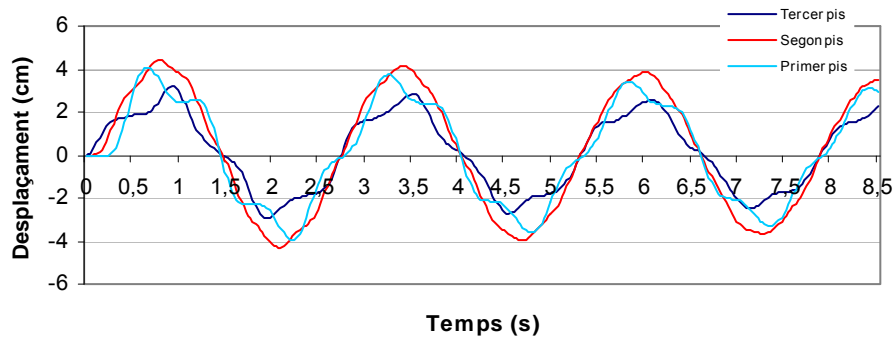
V1 = 15,70423994
V2 = 12,17738032
V3 = 12,08103254

### Acceleracions màxims (cm/s<sup>2</sup>)

A1 = 100,0299502
A2 = 84,16788785
A3 = 112,6855101

Fig. A 68. Full d'excitació impulsional: explosió





**Fig. A 69.** Gràfic de resposta del full d'excitació impusional

*Dades*

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,1E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
	Esmorteïment	0,01	
Bigues	Massa	2,473	kg

Massa concentrada al primer pis	m1	2,596	kg
Massa concentrada al segon pis	m2	2,596	kg
Massa concentrada al tercer pis	m3	2,596	kg

Rigidesa de les columnes del primer pis	k1	5,42E+01	N/m
Rigidesa de les columnes del segon pis	k2	1,76E+02	N/m
Rigidesa de les columnes del tercer pis	k3	2,99E+02	N/m

Rigidesa geomètrica 1r pis	360,9295	N/m
Rigidesa geomètrica 2n pis	238,6891	N/m
Rigidesa geomètrica 3r pis	116,4486	N/m

*Equació característica:*

$$[K] - \omega^2 \cdot [M] = 0 \rightarrow$$

$$a \cdot \omega^6 + b \cdot \omega^4 + c \cdot \omega^2 + d = 0$$

$$a = -17,49500474$$

$$b = 6769,331454$$

$$c = -519331,1916$$

$$d = 2856714,957$$

Solucions equació de tercer grau  $\omega_1^2 = 5,956$

$$\omega_2^2 = 96,31$$

$$\omega_3^2 = 284,7$$

*Modes propis:*  $[[K] - \omega^2 \cdot [M]] \cdot \{a\} = 0$

Per  $\omega_1$

$$\begin{vmatrix} 215,189 & -176,4 & 0 \\ -176,4456 & 459,7 & -298,6861 \\ 0 & -176,4 & 283,2242 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a11 \\ a21 \\ a31 \end{vmatrix}$$

$$a11 = 1$$

$$a21 = 1,22$$

$$a31 = 0,76$$

Per  $\omega_2$

$$\begin{vmatrix} -19,36333 & -176,4 & 0 \\ -176,4456 & 225,1 & -298,6861 \\ 0 & -298,7 & 48,67192 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a12 \\ a22 \\ a32 \end{vmatrix}$$

$$a12 = 1$$

$$a22 = -0,11$$

$$a32 = -0,673$$

Per  $\omega_3$

$$\begin{vmatrix} -508,3418 & -176,4 & 0 \\ -176,4456 & -263,9 & -298,6861 \\ 0 & -298,7 & -440,3065 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a13 \\ a23 \\ a33 \end{vmatrix}$$

$$a13 = 1$$

$$a23 = -2,881$$

$$a33 = 1,954$$

**Fig. A 70.** Càlculs del full d'excitació impusional



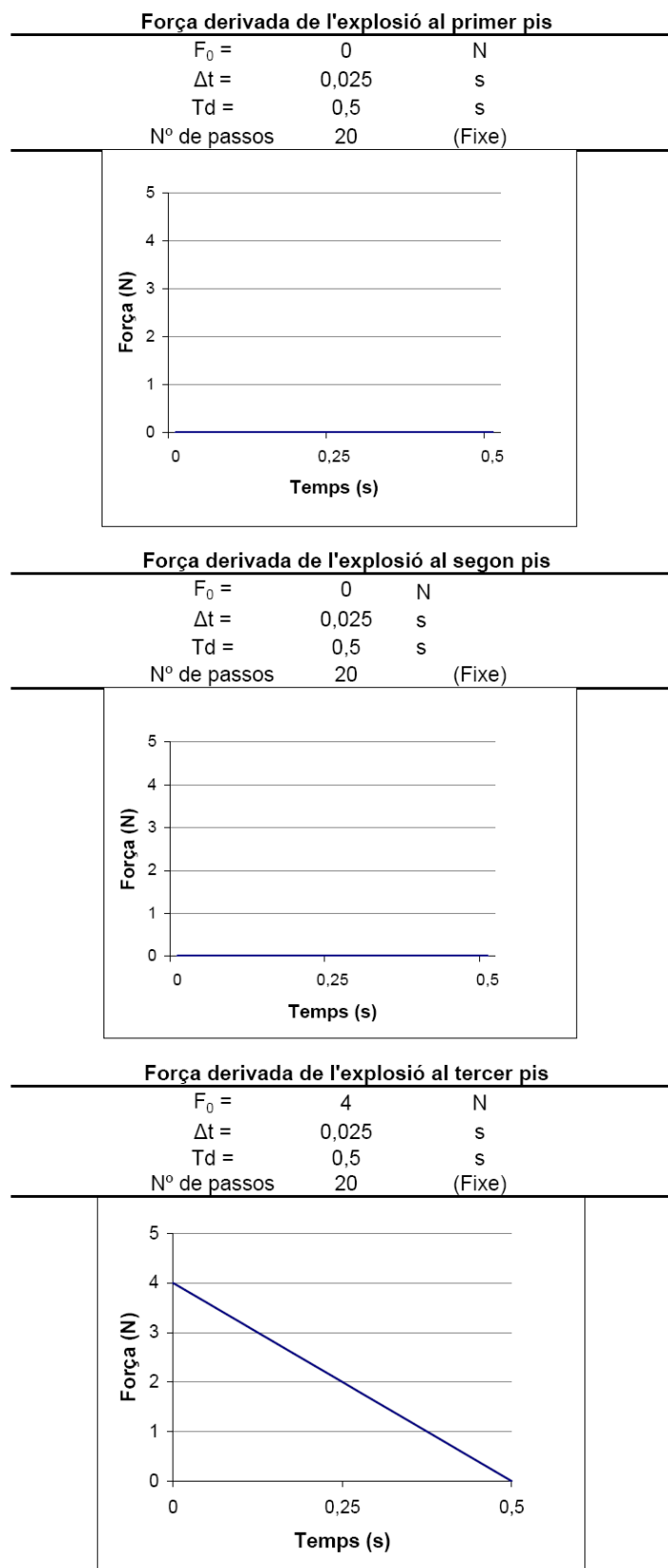


Fig. A 71. Model i dades de l'explosió pel full d'excitació impulsional



**Equacions del moviment desacoplades**

$$m_1 \ddot{y}_1 + c_1 \dot{y}_1 + k_1 y_1 = P_1$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + c_2 \dot{y}_2 + k_2 y_2 = P_2$$

$$m_3 \ddot{y}_3 + c_3 \dot{y}_3 + k_3 y_3 = P_3$$

**Equació del moviment al primer pis**

$$m_1 = 1$$

$$c_1 = 0,04881$$

$$k_1 = 5,95604$$

$$P_1 = \{\phi_{11}\}^T \cdot F_1 + \{\phi_{12}\}^T \cdot F_2 + \{\phi_{13}\}^T \cdot F_3$$

**Equació del moviment al segon pis**

$$m_2 = 1$$

$$c_2 = 0,19627$$

$$k_2 = 96,3075$$

$$P_2 = \{\phi_{21}\}^T \cdot F_1 + \{\phi_{22}\}^T \cdot F_2 + \{\phi_{23}\}^T \cdot F_3$$

**Equació del moviment al tercer pis**

$$m_3 = 1$$

$$c_3 = 0,33744$$

$$k_3 = 284,666$$

$$P_3 = \{\phi_{31}\}^T \cdot F_1 + \{\phi_{32}\}^T \cdot F_2 + \{\phi_{33}\}^T \cdot F_3$$

**Mètode iteratiu de Newmark (acceleració mitja)**

Constants d'iteració  
 $\beta = 0,25$   
 $\delta = 0,5$

Paràmetres d'iteració  
 $T_d = 0,5 \text{ s}$   
 $\Delta t = 0,025 \text{ s}$   
 $N^\circ \text{ passos} = 20$

(Paràmetre variable)

**Desplaçaments al primer pis (en base modal)**

$$m_1 \ddot{y}_1 + c_1 \dot{y}_1 + k_1 y_1 = P_1$$

**Desplaçaments al segon pis (en base modal)**

$$m_2 \ddot{y}_2 + c_2 \dot{y}_2 + k_2 y_2 = P_2$$

**Desplaçaments al tercer pis (en base modal)**

$$m_3 \ddot{y}_3 + c_3 \dot{y}_3 + k_3 y_3 = P_3$$

Temps (s)	$y_1$	$\dot{y}_1$	$\ddot{y}_1$	$P_{1+1}$	$y_2$	$\dot{y}_2$	$\ddot{y}_2$	$P_{2+1}$	$y_3$	$\dot{y}_3$	$\ddot{y}_3$	$P_{3+1}$
0	0,00000	0,00000	0,00000	1,02360	0,00000	0,00000	0,00000	-1,31200	0,00000	0,00000	0,00000	1,27255
0,025	0,00016	0,01278	1,02203	0,96973	-0,00020	-0,01612	-1,28943	-1,24294	0,00019	0,01517	1,21345	1,20557
0,05	0,00079	0,03759	0,96319	0,91585	-0,00098	-0,04647	-1,13907	-1,17389	0,00090	0,04201	0,93396	1,13859
0,075	0,00202	0,06089	0,90085	0,86198	-0,00247	-0,07224	-0,92205	-1,10484	0,00218	0,05991	0,49826	1,07162
0,1	0,00381	0,08259	0,83523	0,80811	-0,00452	-0,09191	-0,85153	-1,03579	0,00375	0,06591	-0,01846	1,00464
0,125	0,00613	0,10262	0,76659	0,75423	-0,00697	-0,10435	-0,34377	-0,96673	0,00531	0,05908	-0,52790	0,93766
0,15	0,00892	0,12089	0,69519	0,70036	-0,00964	-0,10886	-0,01716	-0,89768	0,00656	0,04069	-0,94368	0,87069
0,175	0,01215	0,13734	0,62129	0,64649	-0,01231	-0,10521	0,30889	-0,82863	0,00724	0,01394	-1,19601	0,80371
0,2	0,01577	0,15192	0,54516	0,59261	-0,01480	-0,09366	0,61509	-0,75958	0,00721	-0,01655	-1,24340	0,73674
0,225	0,01972	0,16458	0,46711	0,53874	-0,01691	-0,07493	0,88343	-0,69052	0,00643	-0,04559	-1,07947	0,66976
0,25	0,02397	0,17526	0,38741	0,48486	-0,01847	-0,05016	1,09822	-0,62147	0,00501	-0,08825	-0,73372	0,60278
0,275	0,02846	0,18393	0,30637	0,43099	-0,01936	-0,02085	1,24700	-0,55242	0,00315	-0,08075	-0,26627	0,53581
0,3	0,03314	0,19056	0,22430	0,37712	-0,01948	0,01126	1,32130	-0,48337	0,00113	-0,08105	0,24260	0,46883
0,325	0,03796	0,19514	0,14148	0,32324	-0,01878	0,04424	1,31707	-0,41431	-0,00075	-0,06919	0,70621	0,40186
0,35	0,04287	0,19763	0,05825	0,26937	-0,01728	0,07614	1,23495	-0,34526	-0,00221	-0,04728	1,04628	0,33488
0,375	0,04782	0,19805	-0,02511	0,21550	-0,01502	0,10508	1,08017	-0,27621	-0,00304	-0,01913	1,20611	0,26790
0,4	0,05275	0,19638	-0,10827	0,16162	-0,01208	0,12936	0,86224	-0,20716	-0,00315	0,01045	1,16003	0,20093
0,425	0,05761	0,19264	-0,19092	0,10775	-0,00862	0,14756	0,59435	-0,13810	-0,00256	0,03642	0,91752	0,13395
0,45	0,06236	0,18684	-0,27276	0,05387	-0,00480	0,15865	0,29260	-0,06905	-0,00143	0,05440	0,52130	0,06698
0,475	0,06693	0,17902	-0,35349	0,00000	-0,00079	0,16199	-0,02501	0,00000	0,00002	0,06142	0,03982	0,00000
0,5	0,07128	0,16919	-0,43281	0,00000	0,00321	0,15744	-0,33961	0,00000	0,00149	0,05636	-0,44454	0,00000
0,525	0,07537	0,15807	-0,45663	0,00000	0,00698	0,14444	-0,70047	0,00000	0,00271	0,04098	-0,78572	0,00000
0,55	0,07918	0,14638	-0,47873	0,00000	0,01032	0,12295	-1,01815	0,00000	0,00346	0,01877	-0,99085	0,00000

**Fig. A 72.** Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional





0,575	0,08268	0,13416	-0,49902	0,00000	0,01304	0,09430	-1,27406	0,00000	0,575	0,00361	-0,00644	-1,02623	0,00000
0,6	0,08588	0,12145	-0,51743	0,00000	0,01497	0,06021	-1,45338	0,00000	0,6	0,00315	-0,03036	-0,88722	0,00000
0,625	0,08875	0,10831	-0,53389	0,00000	0,01600	0,02272	-1,54585	0,00000	0,625	0,00216	-0,04893	-0,59881	0,00000
0,65	0,09129	0,09478	-0,54835	0,00000	0,01609	0,01594	-1,54642	0,00000	0,65	0,00081	-0,05906	-0,21113	0,00000
0,675	0,09349	0,08092	-0,56076	0,00000	0,01522	0,05346	-1,45552	0,00000	0,675	-0,00067	-0,05908	0,20925	0,00000
0,7	0,09533	0,06677	-0,57106	0,00000	0,01346	0,08764	-1,27894	0,00000	0,7	-0,00202	-0,04908	0,59075	0,00000
0,725	0,09682	0,05239	-0,57923	0,00000	0,01091	0,11647	-1,02757	0,00000	0,725	-0,00302	-0,03083	0,86896	0,00000
0,75	0,09795	0,03783	-0,58524	0,00000	0,00772	0,13827	-0,71661	0,00000	0,75	-0,00350	-0,00750	0,99751	0,00000
0,775	0,09871	0,02316	-0,58906	0,00000	0,00410	0,15179	-0,36476	0,00000	0,775	-0,00338	0,01691	0,95579	0,00000
0,8	0,09911	0,00841	-0,59069	0,00000	0,00025	0,15626	0,00696	0,00000	0,8	-0,00269	0,03826	0,75225	0,00000
0,825	0,09913	-0,00635	-0,59012	0,00000	-0,00360	0,15147	0,37649	0,00000	0,825	-0,00155	0,05295	0,42273	0,00000
0,85	0,09879	-0,02107	-0,58736	0,00000	-0,00722	0,13774	0,72196	0,00000	0,85	-0,00015	0,05854	0,02414	0,00000
0,875	0,09808	-0,03569	-0,58242	0,00000	-0,01039	0,11593	1,02305	0,00000	0,875	0,00125	0,05415	-0,37534	0,00000
0,9	0,09701	-0,05016	-0,57533	0,00000	-0,01293	0,08736	1,26218	0,00000	0,9	0,00244	0,04061	-0,70793	0,00000
0,925	0,09557	-0,06443	-0,56610	0,00000	-0,01469	0,05377	1,42548	0,00000	0,925	0,00320	0,02028	-0,91773	0,00000
0,95	0,09379	-0,07844	-0,55478	0,00000	-0,01558	0,01715	1,50367	0,00000	0,95	0,00341	-0,00331	-0,97016	0,00000
0,975	0,09166	-0,09215	-0,54141	0,00000	-0,01554	0,02030	1,49253	0,00000	0,975	0,00304	-0,02616	-0,85757	0,00000
1	0,08919	-0,10549	-0,52604	0,00000	-0,01458	0,05637	1,39315	0,00000	1	0,00216	-0,04439	-0,60039	0,00000
1,025	0,08639	-0,11842	-0,50874	0,00000	-0,01276	0,08893	1,21183	0,00000	1,025	0,00092	-0,05493	-0,24343	0,00000
1,05	0,08327	-0,13090	-0,48957	0,00000	-0,01020	0,11608	0,95970	0,00000	1,05	-0,00047	-0,05608	0,15197	0,00000
1,075	0,07985	-0,14288	-0,46860	0,00000	-0,00705	0,13622	0,65202	0,00000	1,075	-0,00176	-0,04770	0,51840	0,00000
1,1	0,07613	-0,15431	-0,44592	0,00000	-0,00349	0,14822	0,30724	0,00000	1,1	-0,00275	-0,03129	0,79393	0,00000
1,125	0,07214	-0,16515	-0,42160	0,00000	0,00025	0,15138	0,05404	0,00000	1,125	-0,00326	-0,00971	0,93255	0,00000
1,15	0,06788	-0,17537	-0,39575	0,00000	0,00396	0,14557	-0,41039	0,00000	1,15	-0,00322	0,01334	0,91185	0,00000
1,175	0,06338	-0,18492	-0,36846	0,00000	0,00742	0,13119	-0,74074	0,00000	1,175	-0,00263	0,03395	0,73661	0,00000
1,2	0,05865	-0,19378	-0,33984	0,00000	0,01043	0,10911	-1,02568	0,00000	1,2	-0,00160	0,04863	0,43782	0,00000
1,225	0,05370	-0,20190	-0,30998	0,00000	0,01280	0,08068	-1,24857	0,00000	1,225	-0,00030	0,05494	0,06715	0,00000
1,25	0,04856	-0,20926	-0,27901	0,00000	0,01440	0,04761	-1,39652	0,00000	1,25	0,00103	0,05188	-0,31193	0,00000
1,275	0,04325	-0,21584	-0,24704	0,00000	0,01515	0,01189	-1,46115	0,00000	1,275	0,00218	0,04004	-0,63504	0,00000
1,3	0,03778	-0,22160	-0,21419	0,00000	0,01499	0,02436	-1,43902	0,00000	1,3	0,00295	0,02151	-0,84782	0,00000
1,325	0,03218	-0,22654	-0,18059	0,00000	0,01395	0,05900	-1,33188	0,00000	1,325	0,00322	-0,00053	-0,91504	0,00000
1,35	0,02646	-0,23063	-0,14635	0,00000	0,01209	0,08997	-1,14646	0,00000	1,35	0,00293	-0,02230	-0,82649	0,00000
1,375	0,02066	-0,23385	-0,11161	0,00000	0,00952	0,11548	-0,89412	0,00000	1,375	0,00215	-0,04011	-0,59842	0,00000
1,4	0,01478	-0,23620	-0,07650	0,00000	0,00640	0,13403	-0,59010	0,00000	1,4	0,00101	-0,05097	-0,27067	0,00000
1,425	0,00886	-0,23767	-0,04115	0,00000	0,00292	0,14457	-0,25263	0,00000	1,425	-0,00029	-0,05310	0,10036	0,00000
1,45	0,00291	-0,23826	-0,00569	0,00000	-0,00072	0,14650	0,09815	0,00000	1,45	-0,00153	-0,04620	0,45139	0,00000
1,475	-0,00305	-0,23796	0,02975	0,00000	-0,00430	0,13976	0,44143	0,00000	1,475	-0,00250	0,03152	0,72301	0,00000
1,5	-0,00898	-0,23677	0,06504	0,00000	-0,00761	0,12478	0,75694	0,00000	1,5	-0,00304	-0,01161	0,86978	0,00000
1,525	-0,01487	-0,23471	0,10004	0,00000	-0,01045	0,10249	1,02616	0,00000	1,525	-0,00306	0,01011	0,86781	0,00000
1,55	-0,02070	-0,23178	0,13463	0,00000	-0,01266	0,07424	1,23337	0,00000	1,55	-0,00256	0,02994	0,71863	0,00000
1,575	-0,02645	-0,22798	0,16867	0,00000	-0,01411	0,04174	1,36662	0,00000	1,575	-0,00163	0,04453	0,44873	0,00000
1,6	-0,03209	-0,22335	0,20205	0,00000	-0,01471	0,00693	1,41838	0,00000	1,6	-0,00043	0,05145	0,10487	0,00000
1,625	-0,03761	-0,21789	0,23463	0,00000	-0,01445	0,02812	1,38599	0,00000	1,625	0,00083	0,04959	-0,25401	0,00000
1,65	-0,04298	-0,21163	0,26630	0,00000	-0,01333	0,06135	1,27176	0,00000	1,65	0,00194	0,03932	-0,56692	0,00000
1,675	-0,04818	-0,20459	0,29695	0,00000	-0,01143	0,09078	1,08285	0,00000	1,675	0,00272	0,02247	-0,78112	0,00000

Fig. A 73. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



1,7	-0,05320	-0,19680	0,32645	0,00000	0,00000	0,11470	-0,00886	0,11470	0,83079	0,00000	0,00000	0,00302	0,00195	-0,86108	0,00000
1,725	-0,05801	-0,18828	0,35470	0,00000	0,00000	0,13172	-0,00578	0,13172	0,53080	0,00000	0,00000	0,00281	-0,01875	-0,79432	0,00000
1,75	-0,06260	-0,17908	0,38160	0,00000	0,00000	0,14086	-0,00237	0,14086	0,20086	0,00000	0,00000	0,00213	-0,03609	-0,59333	0,00000
1,775	-0,06696	-0,16922	0,40705	0,00000	0,00000	0,14163	-0,00116	0,14163	-0,13938	0,00000	0,00000	0,00109	-0,04718	-0,29329	0,00000
1,8	-0,07106	-0,15875	0,43096	0,00000	0,00000	0,13402	-0,00460	0,13402	-0,46972	0,00000	0,00000	-0,00013	-0,05017	0,05409	0,00000
1,825	-0,07489	-0,14769	0,45323	0,00000	0,00000	0,11851	-0,00776	0,11851	-0,77069	0,00000	0,00000	-0,00132	-0,04462	0,38949	0,00000
1,85	-0,07843	-0,13611	0,47380	0,00000	0,00000	0,09607	-0,01044	0,09607	-1,02462	0,00000	0,00000	-0,00227	-0,03155	0,65613	0,00000
1,875	-0,08169	-0,12403	0,49258	0,00000	0,00000	0,06806	-0,01249	0,06806	-1,21670	0,00000	0,00000	-0,00283	-0,01323	0,80930	0,00000
1,9	-0,08463	-0,11150	0,50950	0,00000	0,00000	0,03615	-0,01380	0,03615	-1,33589	0,00000	0,00000	-0,00290	0,00718	0,82393	0,00000
1,925	-0,08726	-0,09857	0,52451	0,00000	0,00000	0,00226	-0,01428	0,00226	-1,37547	0,00000	0,00000	-0,00249	0,02622	0,69667	0,00000
1,95	-0,08955	-0,08530	0,53755	0,00000	0,00000	0,01391	-0,01391	0,01391	-1,33349	0,00000	0,00000	-0,00165	0,04065	0,45588	0,00000
1,975	-0,09152	-0,07172	0,54858	0,00000	0,00000	-0,06343	-0,01272	-0,06343	-1,21283	0,00000	0,00000	-0,00054	0,04807	0,13770	0,00000
2	-0,09314	-0,05790	0,55755	0,00000	0,00000	-0,09136	-0,01079	-0,09136	-1,02101	0,00000	0,00000	0,00065	0,04727	-0,20128	0,00000
2,025	-0,09441	-0,04387	0,56444	0,00000	0,00000	-0,11374	-0,00822	-0,11374	-0,76971	0,00000	0,00000	0,00172	0,03846	-0,50338	0,00000
2,05	-0,09533	-0,02970	0,56923	0,00000	0,00000	-0,12929	-0,00519	-0,12929	-0,47409	0,00000	0,00000	0,00249	0,02320	-0,71766	0,00000
2,075	-0,09589	-0,01544	0,57189	0,00000	0,00000	-0,13711	-0,00186	-0,13711	-0,15185	0,00000	0,00000	0,00284	0,00412	-0,80846	0,00000
2,1	-0,09610	-0,00113	0,57243	0,00000	0,00000	-0,13679	-0,00157	-0,13679	0,17782	0,00000	0,00000	0,00269	-0,01550	-0,76136	0,00000
2,125	-0,09595	0,01316	0,57084	0,00000	0,00000	-0,12837	-0,00488	-0,12837	0,49538	0,00000	0,00000	0,00210	-0,03233	-0,58548	0,00000
2,15	-0,09544	0,02738	0,56712	0,00000	0,00000	-0,11240	-0,00789	-0,11240	0,78211	0,00000	0,00000	0,00115	-0,04355	-0,31169	0,00000
2,175	-0,09458	0,04149	0,56131	0,00000	0,00000	-0,08986	-0,01042	-0,08986	1,02118	0,00000	0,00000	0,00001	-0,04728	0,01279	0,00000
2,2	-0,09337	0,05542	0,55341	0,00000	0,00000	-0,06211	-0,01232	-0,06211	1,19869	0,00000	0,00000	-0,00112	-0,04297	0,33248	0,00000
2,225	-0,09181	0,06913	0,54347	0,00000	0,00000	-0,03083	-0,01348	-0,03083	1,30444	0,00000	0,00000	-0,00205	-0,03140	0,59319	0,00000
2,25	-0,08992	0,08257	0,53152	0,00000	0,00000	0,00214	-0,01384	0,00214	1,33251	0,00000	0,00000	-0,00262	-0,01459	0,75117	0,00000
2,275	-0,08769	0,09569	0,51761	0,00000	0,00000	0,03481	-0,01338	0,03481	1,28161	0,00000	0,00000	-0,00275	0,00455	0,78044	0,00000
2,3	-0,08514	0,10843	0,50179	0,00000	0,00000	0,06527	-0,01213	0,06527	1,15515	0,00000	0,00000	-0,00241	0,02277	0,67707	0,00000
2,325	-0,08227	0,12075	0,48413	0,00000	0,00000	0,09172	-0,01016	0,09172	0,96096	0,00000	0,00000	-0,00166	0,03698	0,45966	0,00000
2,35	-0,07911	0,13261	0,46468	0,00000	0,00000	0,11262	-0,00761	0,11262	0,71086	0,00000	0,00000	-0,00064	0,04480	0,16602	0,00000
2,375	-0,07565	0,14396	0,44354	0,00000	0,00000	0,12676	-0,00462	0,12676	0,41991	0,00000	0,00000	0,00049	0,04496	-0,15343	0,00000
2,4	-0,07191	0,15477	0,42077	0,00000	0,00000	0,13332	-0,00137	0,13332	0,10553	0,00000	0,00000	0,00152	0,03749	-0,44428	0,00000
2,425	-0,06792	0,16498	0,39647	0,00000	0,00000	0,13197	-0,00195	0,13197	-0,21358	0,00000	0,00000	0,00228	0,02372	-0,65741	0,00000
2,45	-0,06367	0,17457	0,37072	0,00000	0,00000	0,12282	-0,00513	0,12282	-0,51852	0,00000	0,00000	0,00265	0,00603	-0,75730	0,00000
2,475	-0,05920	0,18350	0,34362	0,00000	0,00000	0,10645	-0,00800	0,10645	-0,79131	0,00000	0,00000	0,00257	-0,01253	-0,72790	0,00000
2,5	-0,05451	0,19174	0,31528	0,00000	0,00000	0,08386	-0,01038	0,08386	-1,01598	0,00000	0,00000	0,00205	-0,02882	-0,57525	0,00000
2,525	-0,04962	0,19925	0,28581	0,00000	0,00000	0,05641	-0,01213	0,05641	-1,17946	0,00000	0,00000	0,00119	-0,04009	-0,32624	0,00000
2,55	-0,04455	0,20602	0,25530	0,00000	0,00000	0,02577	-0,01316	0,02577	-1,27238	0,00000	0,00000	0,00014	-0,04447	-0,02387	0,00000
2,575	-0,03933	0,21201	0,22389	0,00000	0,00000	0,00626	-0,01340	0,00626	-1,28958	0,00000	0,00000	-0,00094	-0,04126	0,28011	0,00000
2,6	-0,03396	0,21720	0,19168	0,00000	0,00000	-0,03776	-0,01285	-0,03776	-1,23041	0,00000	0,00000	-0,00184	-0,03109	0,53412	0,00000
2,625	-0,02848	0,22158	0,15880	0,00000	0,00000	-0,06687	-0,01154	-0,06687	-1,09873	0,00000	0,00000	-0,00242	-0,01572	0,69547	0,00000
2,65	-0,02289	0,22513	0,12537	0,00000	0,00000	-0,09189	-0,00956	-0,09189	-0,90270	0,00000	0,00000	-0,00259	0,00220	0,73754	0,00000
2,675	-0,01723	0,22785	0,09151	0,00000	0,00000	-0,11135	-0,00702	-0,11135	-0,65421	0,00000	0,00000	-0,00232	0,01959	0,65414	0,00000
2,7	-0,01151	0,22971	0,05736	0,00000	0,00000	-0,12413	-0,00408	-0,12413	-0,36822	0,00000	0,00000	-0,00166	0,03352	0,46043	0,00000
2,725	-0,00576	0,23071	0,02303	0,00000	0,00000	-0,12951	-0,00091	-0,12951	-0,06182	0,00000	0,00000	-0,00072	0,04166	0,19017	0,00000
2,75	0,00001	0,23086	-0,01134	0,00000	0,00000	-0,12720	-0,00230	-0,12720	0,24675	0,00000	0,00000	0,00034	0,04266	-0,11018	0,00000
2,775	0,00578	0,23015	-0,04563	0,00000	0,00000	-0,11737	-0,00536	-0,11737	0,53924	0,00000	0,00000	0,00132	0,03641	-0,38942	0,00000
2,8	0,01151	0,22858	-0,07971	0,00000	0,00000	-0,10065	-0,00809	-0,10065	0,79842	0,00000	0,00000	0,00208	0,02404	-0,60035	0,00000

Fig. A 74. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional





2,825	0,01719	0,22616	-0,11344	0,00000	1,00912	0,00000	2,825	0,00248	0,00769	-0,70773	0,00000
2,85	0,02281	0,22291	-0,14672	0,00000	1,15911	0,00000	2,85	0,00245	-0,00984	-0,69418	0,00000
2,875	0,02833	0,21884	-0,17941	0,00000	1,23980	0,00000	2,875	0,00201	-0,02555	-0,56296	0,00000
2,9	0,03374	0,21395	-0,21139	0,00000	1,24676	0,00000	2,9	0,00123	-0,03680	-0,33729	0,00000
2,925	0,03902	0,20828	-0,24255	0,00000	1,17993	0,00000	2,925	0,00025	-0,04172	-0,05622	0,00000
2,95	0,04414	0,20183	-0,27277	0,00000	1,04363	0,00000	2,95	-0,00077	-0,03952	0,23214	0,00000
2,975	0,04910	0,19465	-0,30194	0,00000	0,84624	0,00000	2,975	-0,00165	-0,03064	0,47879	0,00000
3	0,05387	0,18675	-0,32995	0,00000	0,59975	0,00000	3	-0,00224	-0,01662	0,64223	0,00000
3,025	0,05843	0,17817	-0,35670	0,00000	0,31896	0,00000	3,025	-0,00244	0,00010	0,69539	0,00000
3,05	0,06277	0,16893	-0,38209	0,00000	0,02066	0,00000	3,05	-0,00223	0,01667	0,63016	0,00000
3,075	0,06687	0,15908	-0,40603	0,00000	-0,27742	0,00000	3,075	-0,00165	0,03027	0,45853	0,00000
3,1	0,07071	0,14865	-0,42843	0,00000	-0,55766	0,00000	3,1	-0,00079	0,03864	0,21050	0,00000
3,125	0,07429	0,13768	-0,44921	0,00000	-0,80355	0,00000	3,125	0,00020	0,04038	-0,07125	0,00000
3,15	0,07759	0,12621	-0,46830	0,00000	-1,00072	0,00000	3,15	0,00115	0,03525	-0,33864	0,00000
3,175	0,08060	0,11429	-0,48562	0,00000	-1,13775	0,00000	3,175	0,00189	0,02419	-0,54644	0,00000
3,2	0,08330	0,10195	-0,50112	0,00000	-1,20680	0,00000	3,2	0,00231	0,00911	-0,65985	0,00000
3,225	0,08569	0,08926	-0,51474	0,00000	-1,20414	0,00000	3,225	0,00233	-0,00739	-0,66041	0,00000
3,25	0,08776	0,07624	-0,52642	0,00000	-1,13025	0,00000	3,25	0,00195	-0,02251	-0,54892	0,00000
3,275	0,08950	0,06296	-0,53614	0,00000	-0,98985	0,00000	3,275	0,00125	-0,03368	-0,34520	0,00000
3,3	0,09091	0,04946	-0,54385	0,00000	-0,79158	0,00000	3,3	0,00034	-0,03906	-0,08455	0,00000
3,325	0,09197	0,03579	-0,54953	0,00000	-0,54744	0,00000	3,325	-0,00062	-0,03776	0,18834	0,00000
3,35	0,09269	0,02201	-0,55316	0,00000	-0,27209	0,00000	3,35	-0,00146	-0,03007	0,42708	0,00000
3,375	0,09307	0,00816	-0,55473	0,00000	0,01803	0,00000	3,375	-0,00206	-0,01733	0,59145	0,00000
3,4	0,09310	-0,00570	-0,55424	0,00000	0,30569	0,00000	3,4	-0,00230	-0,00176	0,65416	0,00000
3,425	0,09279	-0,01953	-0,55168	0,00000	0,57387	0,00000	3,425	-0,00214	0,01398	0,60537	0,00000
3,45	0,09213	-0,03326	-0,54708	0,00000	0,80681	0,00000	3,45	-0,00163	0,02723	0,45428	0,00000
3,475	0,09112	-0,04685	-0,54045	0,00000	0,99090	0,00000	3,475	-0,00084	0,03575	0,22733	0,00000
3,5	0,08979	-0,06026	-0,53183	0,00000	1,11548	0,00000	3,5	0,00008	0,03813	-0,03636	0,00000
3,525	0,08811	-0,07342	-0,52123	0,00000	1,17348	0,00000	3,525	0,00098	0,03403	-0,29176	0,00000
3,55	0,08612	-0,08629	-0,50871	0,00000	1,16177	0,00000	3,55	0,00171	0,02419	-0,49561	0,00000
3,575	0,08380	-0,09883	-0,49432	0,00000	1,08140	0,00000	3,575	0,00214	0,01032	-0,61374	0,00000
3,6	0,08118	-0,11099	-0,47810	0,00000	1,08140	0,00000	3,6	0,00221	-0,00518	-0,62679	0,00000
3,625	0,07826	-0,12272	-0,46013	0,00000	0,73872	0,00000	3,625	0,00190	-0,01969	-0,53340	0,00000
3,65	0,07505	-0,13397	-0,44047	0,00000	0,49725	0,00000	3,65	0,00127	-0,03073	-0,35027	0,00000
3,675	0,07157	-0,14472	-0,41920	0,00000	0,22754	0,00000	3,675	0,00043	-0,03648	-0,10918	0,00000
3,7	0,06782	-0,15491	-0,39639	0,00000	-0,05434	0,00000	3,7	-0,00048	-0,03598	0,14848	0,00000
3,725	0,06383	-0,16452	-0,37214	0,00000	-0,33164	0,00000	3,725	-0,00130	-0,02939	0,37889	0,00000
3,75	0,05960	-0,17350	-0,34654	0,00000	-0,58798	0,00000	3,75	-0,00189	-0,01787	0,54316	0,00000
3,775	0,05516	-0,18183	-0,31967	0,00000	-0,80831	0,00000	3,775	-0,00215	-0,00340	0,61396	0,00000
3,8	0,05052	-0,18947	-0,29166	0,00000	-0,97975	0,00000	3,8	-0,00205	0,01152	0,58003	0,00000
3,825	0,04570	-0,19640	-0,26259	0,00000	-1,09241	0,00000	3,825	-0,00160	0,02437	0,44797	0,00000
3,85	0,04071	-0,20259	-0,23258	0,00000	-1,13991	0,00000	3,85	-0,00089	0,03298	0,24097	0,00000
3,875	0,03558	-0,20802	-0,20175	0,00000	-1,11974	0,00000	3,875	-0,00002	0,03593	-0,00525	0,00000
3,9	0,03032	-0,21267	-0,17020	0,00000	-1,03343	0,00000	3,9	0,00083	0,03276	-0,24859	0,00000
3,925	0,02495	-0,21652	-0,13806	0,00000	-0,88640	0,00000	3,925	0,00154	0,02405	-0,44780	0,00000

Fig. A 75. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



[illegible]

**Fig. A 76.** Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional





[illegible]

**Fig. A 77.** Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional



[illegible]

**Fig. A 78.** Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional







8,45	0,00499	-0,05675	-0,46939	0,00000	0,00063	0,01343	-0,18246	0,00000
8,475	0,00345	-0,06660	-0,31895	0,00000	0,00089	0,00794	-0,25665	0,00000
8,5	0,00171	-0,07247	-0,15038	0,00000	0,00101	0,00115	-0,28671	0,00000
8,525	-0,00012	-0,07402	0,02628	0,00000	0,00095	-0,00578	-0,26789	0,00000
8,55	-0,00194	-0,07119	0,20053	0,00000	0,00073	-0,01168	-0,20377	0,00000
8,575	-0,00363	-0,06415	0,36208	0,00000	0,00039	-0,01555	-0,10559	0,00000
8,6	-0,00510	-0,05336	0,50143	0,00000	-0,00001	-0,01674	0,00971	0,00000
8,625	-0,00626	-0,03946	0,61044	0,00000	-0,00041	-0,01509	0,12244	0,00000
8,65	-0,00704	-0,02330	0,68282	0,00000	-0,00074	-0,01089	0,21348	0,00000
8,675	-0,00741	-0,00583	0,71445	0,00000	-0,00093	-0,00488	0,26758	0,00000
8,7	-0,00733	0,01190	0,70367	0,00000	-0,00097	0,00191	0,27584	0,00000
8,725	-0,00682	0,02883	0,65131	0,00000	-0,00084	0,00833	0,23724	0,00000
8,75	-0,00591	0,04398	0,56068	0,00000	-0,00057	0,01328	0,15870	0,00000
8,775	-0,00466	0,05646	0,43731	0,00000	-0,00021	0,01593	0,05387	0,00000
8,8	-0,00313	0,06553	0,28867	0,00000	0,00019	0,01587	-0,05926	0,00000
8,825	-0,00143	0,07069	0,12367	0,00000	0,00055	0,01311	-0,16142	0,00000
8,85	0,00035	0,07164	-0,04785	0,00000	0,00082	0,00815	-0,23538	0,00000
8,875	0,00210	0,06834	-0,21571	0,00000	0,00094	0,00185	-0,26881	0,00000
8,9	0,00372	0,06102	-0,37000	0,00000	0,00091	-0,00472	-0,25636	0,00000
8,925	0,00511	0,05012	-0,50167	0,00000	0,00072	-0,01043	-0,20053	0,00000
8,95	0,00619	0,03632	-0,60301	0,00000	0,00041	-0,01433	-0,11112	0,00000
8,975	0,00690	0,02043	-0,66820	0,00000	0,00003	-0,01576	-0,00358	0,00000
9	0,00719	0,00340	-0,69355	0,00000	-0,00035	-0,01451	0,10370	0,00000
9,025	0,00707	-0,01374	-0,67774	0,00000	-0,00066	-0,01081	0,19253	0,00000
9,05	0,00652	-0,02998	-0,62192	0,00000	-0,00086	-0,00530	0,24798	0,00000
9,075	0,00559	-0,04438	-0,52957	0,00000	-0,00092	0,00106	0,26091	0,00000
9,1	0,00433	-0,05608	-0,40635	0,00000	-0,00081	0,00719	0,22947	0,00000
9,125	0,00283	-0,06440	-0,25968	0,00000	-0,00057	0,01205	0,15936	0,00000
9,15	0,00116	-0,06888	-0,09835	0,00000	-0,00024	0,01483	0,06277	0,00000
9,175	-0,00057	-0,06926	0,06801	0,00000	0,00014	0,01507	-0,04369	0,00000
9,2	-0,00225	-0,06554	0,22955	0,00000	0,00048	0,01275	-0,14188	0,00000
9,225	-0,00379	-0,05796	0,37673	0,00000	0,00075	0,00828	-0,21521	0,00000
9,25	-0,00511	-0,04699	0,50092	0,00000	0,00088	0,00245	-0,25144	0,00000
9,275	-0,00611	-0,03329	0,59487	0,00000	0,00086	-0,00375	-0,24472	0,00000
9,3	-0,00675	-0,01769	0,65318	0,00000	0,00070	-0,00927	-0,19653	0,00000
9,325	-0,00698	0,00112	0,67257	0,00000	0,00042	-0,01317	-0,11540	0,00000
9,35	-0,00680	0,01544	0,65208	0,00000	0,00007	-0,01480	-0,01533	0,00000
9,375	-0,00622	0,03101	0,59311	0,00000	-0,00029	-0,01391	0,08653	0,00000
9,4	-0,00528	0,04466	0,49934	0,00000	-0,00059	-0,01067	0,17289	0,00000
9,425	-0,00402	0,05561	0,37648	0,00000	-0,00080	-0,00564	0,22922	0,00000
9,45	-0,00254	0,06321	0,23194	0,00000	-0,00087	0,00030	0,24622	0,00000
9,475	-0,00091	0,06704	0,07438	0,00000	-0,00078	0,00615	0,22130	0,00000
9,5	0,00077	0,06689	-0,07438	0,00000	-0,00057	0,01090	0,15904	0,00000
9,525	0,00239	0,06278	-0,24210	0,00000	-0,00026	0,01377	0,07030	0,00000
9,55	0,00386	0,05497	-0,38232	0,00000	0,00009	0,01428	-0,02965	0,00000

Fig. A 80. Mètode iteratiu de Newmark per excitació impulsional







## Solució dels desplaçaments de l'estructura

Desfent el canvi de base:  $\{u_i\} = \{\phi\} \{y_i\}$ 

	Desplaçaments del primer pis				Desplaçaments del segon pis				Desplaçaments del tercer pis			
	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> (cm)	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> (cm)	X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>
Màxims	0.04083	4.08341	0.15704	1.00030	0.04416	4.41648	0.12177	0.84168	0.03189	3.18888	0.12081	1.12686
Temps (s)												
0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0.025	-0.00001	-0.00142	-0.00113	-0.09079	-0.00001	-0.00132	-0.00106	-0.08458	0.00018	0.01761	0.01409	1.12686
0.05	-0.00007	-0.00696	-0.00330	-0.08245	-0.00005	-0.00498	-0.00187	-0.01949	0.00086	0.08551	0.04024	0.96550
0.075	-0.00018	-0.01756	-0.00518	-0.06795	-0.00006	-0.00630	0.00082	0.19541	0.00213	0.21257	0.06141	0.72787
0.1	-0.00032	-0.03222	-0.00654	-0.04107	0.00005	0.00515	0.00834	0.40691	0.00384	0.38440	0.07605	0.44375
0.125	-0.00049	-0.04914	-0.00699	0.00508	0.00042	0.04192	0.02107	0.61141	0.00584	0.58378	0.08345	0.14841
0.15	-0.00065	-0.06535	-0.00598	0.07597	0.00116	0.11615	0.03831	0.76741	0.00793	0.79282	0.08377	-0.12283
0.175	-0.00076	-0.07640	-0.00286	0.17369	0.00237	0.23706	0.05842	0.84168	0.00995	0.99502	0.07799	-0.33981
0.2	-0.00076	-0.07622	0.00301	0.29556	0.00409	0.40900	0.07913	0.81494	0.01177	1.17716	0.06772	-0.48191
0.225	-0.00057	-0.05731	0.01212	0.43355	0.00630	0.63027	0.09788	0.68516	0.01330	1.33048	0.05494	-0.54068
0.25	-0.00011	-0.01126	0.02472	0.57466	0.00893	0.89298	0.11229	0.46793	0.01451	1.45124	0.04167	-0.52052
0.275	0.00071	0.07050	0.04069	0.70230	0.01184	1.18406	0.12057	0.19376	0.01540	1.54046	0.02970	-0.43718
0.3	0.00196	0.19567	0.05944	0.79849	0.01487	1.48699	0.12177	-0.09712	0.01603	1.60296	0.02030	-0.31453
0.325	0.00370	0.36998	0.08001	0.84640	0.01784	1.78425	0.11604	-0.36155	0.01646	1.64600	0.01412	-0.18013
0.35	0.00596	0.59624	0.10100	0.83306	0.02060	2.05994	0.10451	-0.56080	0.01678	1.67754	0.01112	-0.06031
0.375	0.00873	0.87350	0.12081	0.75155	0.02302	2.30203	0.08916	-0.66704	0.01705	1.70477	0.01066	0.02420
0.4	0.01197	1.19667	0.13773	0.60244	0.02504	2.50408	0.07248	-0.66799	0.01733	1.73277	0.01174	0.06161
0.425	0.01557	1.55657	0.15019	0.39424	0.02666	2.66594	0.05701	-0.56893	0.01764	1.76386	0.01314	0.05062
0.45	0.01940	1.94044	0.15690	0.14263	0.02793	2.79347	0.04501	-0.39174	0.01798	1.79750	0.01377	0.00008
0.475	0.02333	2.33286	0.15704	-0.13133	0.02897	2.89718	0.03797	-0.17109	0.01831	1.83079	0.01286	-0.07325
0.5	0.02717	2.71711	0.15035	-0.40373	0.02990	2.99024	0.03647	0.05142	0.01859	1.85948	0.01009	-0.14820
0.525	0.03076	3.07644	0.13711	-0.65564	0.03086	3.08582	0.03999	0.22985	0.01880	1.88013	0.00643	-0.14428
0.55	0.03396	3.39552	0.11815	-0.86149	0.03195	3.19469	0.04711	0.33943	0.01892	1.89226	0.00327	-0.10924
0.575	0.03662	3.66171	0.09481	-1.00595	0.03323	3.32342	0.05588	0.36253	0.01898	1.89812	0.00142	-0.03820
0.6	0.03866	3.86612	0.06872	-1.08058	0.03473	3.47341	0.06411	0.29603	0.01902	1.90210	0.00176	0.06530
0.625	0.04004	4.00410	0.04166	-1.08441	0.03641	3.64068	0.06971	0.15174	0.01910	1.91048	0.00494	0.18938
0.65	0.04075	4.07532	0.01531	-1.02340	0.03817	3.81661	0.07103	-0.04587	0.01931	1.93073	0.01126	0.31551
0.675	0.04083	4.08341	-0.00884	-0.90916	0.03989	3.98935	0.06716	-0.26387	0.01970	1.97039	0.02047	0.42156
0.7	0.04035	4.03527	-0.02967	-0.75692	0.04146	4.14584	0.05803	-0.46659	0.02036	2.03574	0.03181	0.48558
0.725	0.03940	3.94015	-0.04642	-0.58327	0.04274	4.27391	0.04443	-0.62161	0.02130	2.13050	0.04400	0.48975
0.75	0.03809	3.80807	-0.05876	-0.40395	0.04364	4.36425	0.02784	-0.70516	0.02255	2.25477	0.05542	0.42382
0.775	0.03652	3.65183	-0.06671	-0.23207	0.04412	4.41181	0.01020	-0.70601	0.02404	2.40443	0.06431	0.28734
0.8	0.03480	3.48022	-0.07058	-0.07695	0.04416	4.41648	-0.00646	-0.62715	0.02571	2.57111	0.06903	0.09039
0.825	0.03303	3.30346	-0.07083	0.05623	0.04383	4.38295	-0.02036	-0.48503	0.02743	2.74279	0.06832	-0.14739
0.85	0.03130	3.12985	-0.06806	0.16603	0.04320	4.31968	-0.03026	-0.30650	0.02905	2.90505	0.06148	-0.39940
0.875	0.02966	2.96626	-0.06281	0.25369	0.04237	4.23730	-0.03564	-0.12410	0.03043	3.04258	0.04854	-0.63580
0.9	0.02818	2.81823	-0.05562	0.32181	0.04147	4.14673	-0.03682	0.02970	0.03141	3.14107	0.03025	-0.82783
0.925	0.02690	2.69005	-0.04693	0.37285	0.04057	4.05714	-0.03485	0.12808	0.03189	3.18888	0.00800	-0.95198
0.95	0.02585	2.58492	-0.03717	0.40797	0.03974	3.97444	-0.03132	0.15446	0.03178	3.17848	-0.01632	-0.99349
0.975	0.02505	2.50502	-0.02674	0.42629	0.03900	3.90021	-0.02807	0.10528	0.03107	3.10735	-0.04059	-0.94833
1	0.02451	2.45146	-0.01610	0.42486	0.03832	3.83153	-0.02687	-0.00944	0.02978	2.97818	-0.06274	-0.82376
1.025	0.02424	2.42408	-0.00580	0.39920	0.03762	3.76158	-0.02909	-0.16798	0.02799	2.79850	-0.08100	-0.63696
1.05	0.02421	2.42119	0.00349	0.34449	0.03681	3.68091	-0.03545	-0.34070	0.02580	2.57961	-0.09412	-0.41233
1.075	0.02439	2.43932	0.01101	0.25697	0.03579	3.57923	-0.04590	-0.49521	0.02335	2.33509	-0.10149	-0.17774
1.1	0.02473	2.47297	0.01592	0.13546	0.03447	3.44734	-0.05961	-0.60203	0.02079	2.07920	-0.10322	0.03967
1.125	0.02515	2.51461	0.01739	-0.01739	0.03279	3.27891	-0.07513	-0.63962	0.01825	1.82517	-0.10001	0.21739
1.15	0.02555	2.55478	0.01474	-0.19446	0.03072	3.07174	-0.09060	-0.59817	0.01584	1.58388	-0.09303	0.34045
1.175	0.02583	2.58260	0.00751	-0.38417	0.02828	2.82836	-0.10410	-0.48128	0.01363	1.36291	-0.08374	0.40317
1.2	0.02586	2.58644	-0.00443	-0.57131	0.02556	2.55583	-0.11393	-0.30537	0.01166	1.16626	-0.07358	0.40920
1.225	0.02555	2.55490	-0.02081	-0.73850	0.02265	2.26471	-0.11896	-0.09693	0.00994	0.99448	-0.06394	0.37007
1.25	0.02478	2.47778	-0.04089	-0.86833	0.01968	1.96755	-0.11877	0.11192	0.00845	0.84539	-0.05543	0.30255
1.275	0.02347	2.34721	-0.06356	-0.94549	0.01677	1.67688	-0.11376	0.28889	0.00715	0.71505	-0.04884	0.22527
1.3	0.02159	2.15854	-0.08737	-0.95896	0.01403	1.40334	-0.10507	0.40688	0.00599	0.59891	-0.04408	0.15523
1.325	0.01911	1.91102	-0.11065	-0.90364	0.01154	1.15405	-0.09437	0.44857	0.00493	0.49277	-0.04083	0.10477
1.35	0.01608	1.60806	-0.13171	-0.78127	0.00932	0.93152	-0.08365	0.40923	0.00394	0.39357	-0.03852	0.07963
1.375	0.01257	1.25719	-0.14899	-0.60050	0.00733	0.73344	-0.07482	0.29746	0.00300	0.29973	-0.03655	0.07824
1.4	0.00869	0.86947	-0.16119	-0.37603	0.00553	0.55314	-0.06943	0.13374	0.00211	0.21102	-0.03442	0.09249
1.425	0.00459	0.45863	-0.16748	-0.12691	0.00381	0.38083	-0.06842	-0.05312	0.00128	0.12813	-0.03189	0.10975
1.45	0.00040	0.03991	-0.16749	0.12565	0.00205	0.20535	-0.07197	-0.23081	0.00052	0.05193	-0.02907	0.11574
1.475	-0.00371	-0.37122	-0.16141	0.36075	0.00016	0.01606	-0.07946	-0.36889	-0.00017	-0.01741	-0.02640	0.09773
1.5	-0.00760	-0.76037	-0.14990	0.56016	-0.00195	-0.19530	-0.08962	-0.44384	-0.00081	-0.08115	-0.02459	0.04745
1.525	-0.01115	-1.11528	-0.13402	0.71025	-0.00433	-0.43321	-0.10071	-0.44288	-0.00142	-0.14245	-0.02445	-0.03673
1.55	-0.01427	-1.42669	-0.11511	0.80319	-0.00698	-0.69762	-0.11082	-0.36594	-0.00206	-0.20648	-0.02677	-0.14892
1.575	-0.01689	-1.68882	-0.09460	0.83732	-0.00984	-0.98390	-0.11821	-0.2254				

2,3	-0,03681	-3,68137	0,07581	0,88613	-0,03494	-3,49421	0,03197	-0,18227	-0,01955	-1,95518	0,01430	-0,03692
2,325	-0,03466	-3,46640	0,09617	0,74306	-0,03418	-3,41825	0,02879	-0,07166	-0,01921	-1,92076	0,01324	-0,04744
2,35	-0,03206	-3,20565	0,11243	0,55763	-0,03346	-3,34615	0,02889	0,07897	-0,01889	-1,88940	0,01184	-0,06466
2,375	-0,02910	-2,91045	0,12373	0,34624	-0,03269	-3,26889	0,03292	0,24389	-0,01862	-1,86201	0,01007	-0,07688
2,4	-0,02594	-2,59373	0,12965	0,12715	-0,03177	-3,17660	0,04091	0,39532	-0,01839	-1,83916	0,00821	-0,07187
2,425	-0,02269	-2,26890	0,13022	-0,08159	-0,03080	-3,06020	0,05220	0,50798	-0,01820	-1,82037	0,00682	-0,03962
2,45	-0,01949	-1,94877	0,12589	-0,26416	-0,02913	-2,91296	0,06559	0,56331	-0,01804	-1,80355	0,00664	0,02528
2,475	-0,01645	-1,64454	0,11748	-0,40859	-0,02732	-2,73154	0,07954	0,55243	-0,01785	-1,78465	0,00848	0,12201
2,5	-0,01365	-1,36515	0,10603	-0,50766	-0,02517	-2,51659	0,09242	0,47746	-0,01758	-1,75774	0,01304	0,24307
2,525	-0,01117	-1,11674	0,09269	-0,55825	-0,02273	-2,27261	0,10277	0,35099	-0,01715	-1,71548	0,02077	0,37496
2,55	-0,00903	-0,90258	0,07863	-0,56589	-0,02007	-2,00717	0,10958	0,19376	-0,01650	-1,64988	0,03171	0,50008
2,575	-0,00723	-0,72319	0,06488	-0,53376	-0,01730	-1,72971	0,11239	0,03108	-0,01553	-1,55344	0,04545	0,59935
2,6	-0,00577	-0,57668	0,05232	-0,47132	-0,01450	-1,44999	0,11138	-0,11157	-0,01420	-1,42021	0,06113	0,65531
2,625	-0,00459	-0,45930	0,04158	-0,38783	-0,01177	-1,17660	0,10733	-0,21285	-0,01247	-1,24690	0,07751	0,65503
2,65	-0,00366	-0,36597	0,03308	-0,29197	-0,00916	-0,91565	0,10143	-0,25910	-0,01034	-1,03363	0,09311	0,59243
2,675	-0,00291	-0,29080	0,02705	-0,19087	-0,00670	-0,66997	0,09511	-0,24655	-0,00784	-0,78427	0,10638	0,46958
2,7	-0,00228	-0,22756	0,02354	-0,08955	-0,00439	-0,43889	0,08976	-0,18178	-0,00506	-0,50634	0,11596	0,29677
2,725	-0,00170	-0,16996	0,02254	0,00906	-0,00219	-0,21860	0,08648	-0,08045	-0,00210	-0,21038	0,12081	0,09123
2,75	-0,00112	-0,11185	0,02395	0,10360	-0,00003	-0,00311	0,08592	0,03560	0,00091	0,09112	0,12039	-0,12515
2,775	-0,00047	-0,04734	0,02766	0,19355	0,00214	0,21446	0,08814	0,14217	0,00385	0,38499	0,11471	-0,32888
2,8	0,00029	0,02918	0,03356	0,27820	0,00440	0,44042	0,09263	0,21699	0,00659	0,65885	0,10437	-0,49818
2,825	0,00123	0,12298	0,04148	0,35586	0,00679	0,67919	0,09839	0,24355	0,00902	0,90237	0,09045	-0,61597
2,85	0,00239	0,23886	0,05122	0,42328	0,00932	0,93230	0,10411	0,21404	0,01108	1,10836	0,07434	-0,67218
2,875	0,00381	0,38096	0,06246	0,47554	0,01198	1,19795	0,10841	0,13059	0,01273	1,27332	0,05763	-0,66491
2,9	0,00552	0,55245	0,07473	0,50644	0,01471	1,47110	0,11011	0,00496	0,01398	1,39763	0,04181	-0,60035
2,925	0,00755	0,75515	0,08743	0,50930	0,01744	1,74420	0,10838	-0,14351	0,01485	1,48510	0,02817	-0,49155
2,95	0,00989	0,98916	0,09977	0,47811	0,02008	2,00835	0,10294	-0,29125	0,01542	1,54227	0,01757	-0,35606
2,975	0,01252	1,25245	0,11086	0,40884	0,02255	2,25467	0,09412	-0,41452	0,01577	1,57731	0,01046	-0,21317
3	0,01541	1,54068	0,11973	0,30054	0,02476	2,47578	0,08277	-0,49345	0,01599	1,59885	0,00747	-0,08088
3,025	0,01847	1,84713	0,12544	0,15622	0,02667	2,66694	0,07016	-0,51546	0,01615	1,61495	0,00610	0,02667
3,05	0,02163	2,16290	0,12718	-0,01689	0,02827	2,82682	0,05775	-0,47745	0,01632	1,63220	0,00700	0,10097
3,075	0,02477	2,47733	0,12437	-0,20761	0,02958	2,95769	0,04695	-0,38631	0,01655	1,65521	0,01071	0,13997
3,1	0,02779	2,77874	0,11675	-0,40172	0,03065	3,06500	0,03890	-0,25779	0,01686	1,68647	0,01430	0,14763
3,125	0,03055	3,05524	0,10444	-0,58343	0,03156	3,15844	0,03425	-0,11385	0,01727	1,72661	0,01781	0,13257
3,15	0,03296	3,29570	0,08793	-0,73710	0,03241	3,24062	0,03309	0,02099	0,01775	1,77485	0,02079	0,10596
3,175	0,03491	3,49075	0,06811	-0,84910	0,03326	3,32562	0,03490	0,12379	0,01830	1,82971	0,02310	0,07902
3,2	0,03634	3,63354	0,04612	-0,90943	0,03418	3,41757	0,03866	0,17697	0,01890	1,88965	0,02485	0,06071
3,225	0,03720	3,72038	0,02334	-0,91298	0,03520	3,51966	0,04301	0,17120	0,01954	1,95359	0,02630	0,05593
3,25	0,03751	3,75103	0,00118	-0,96014	0,03632	3,63154	0,04649	0,10695	0,02021	2,02123	0,02781	0,06461
3,275	0,03729	3,72872	-0,01903	-0,75670	0,03749	3,74935	0,04776	-0,00571	0,02093	2,09305	0,02964	0,08174
3,3	0,03680	3,65974	-0,03615	-0,61313	0,03866	3,86633	0,04582	-0,14887	0,02170	2,16997	0,03189	0,09849
3,325	0,03553	3,55285	-0,04936	-0,44321	0,03974	3,97387	0,04022	-0,29978	0,02253	2,25287	0,03443	0,10405
3,35	0,03418	3,41843	-0,05818	-0,26242	0,04063	4,06294	0,03103	-0,43470	0,02342	2,34193	0,03683	0,08796
3,375	0,03268	3,26754	-0,06253	-0,08608	0,04125	4,12540	0,01894	-0,53285	0,02436	2,43603	0,03846	0,04241
3,4	0,03111	3,11099	-0,06271	0,07231	0,04155	4,15537	0,00503	-0,57977	0,02532	2,53227	0,03854	-0,03577
3,425	0,02959	2,95852	-0,05927	0,20235	0,04150	4,14999	-0,00934	-0,56967	0,02626	2,62581	0,03629	-0,14401
3,45	0,02818	2,81815	-0,05302	0,29751	0,04110	4,10984	-0,02278	-0,50620	0,02710	2,71001	0,03107	-0,27380
3,475	0,02696	2,69579	-0,04486	0,35535	0,04039	4,03869	-0,03413	-0,40166	0,02777	2,77697	0,02250	-0,41157
3,5	0,02595	2,59507	-0,03571	0,37710	0,03943	3,94279	-0,04259	-0,27476	0,02818	2,81835	0,01060	-0,54057
3,525	0,02517	2,51743	-0,02641	0,36683	0,03830	3,82973	-0,04786	-0,14736	0,02826	2,82635	-0,04420	-0,64327
3,55	0,02462	2,46230	-0,01769	0,33033	0,03707	3,70713	-0,05021	-0,04066	0,02795	2,79480	-0,02104	-0,70412
3,575	0,02428	2,42750	-0,01014	0,27399	0,03581	3,58140	-0,05037	0,02840	0,02720	2,72007	-0,03874	-0,71205
3,6	0,02410	2,40962	-0,00417	0,20370	0,03457	3,45671	-0,04939	0,04996	0,02602	2,60174	-0,05592	-0,66235
3,625	0,02404	2,40432	-0,00007	0,12419	0,03334	3,33437	-0,04848	0,02281	0,02443	2,44287	-0,07117	-0,55762
3,65	0,02407	2,40668	0,00197	0,03875	0,03213	3,21282	-0,04876	0,04551	0,02250	2,24986	-0,08324	-0,40763
3,675	0,02411	2,41141	0,00182	-0,05067	0,03088	3,08802	-0,05108	-0,14015	0,02032	2,03183	-0,09118	-0,22904
3,7	0,02413	2,41293	-0,00060	-0,14295	0,02954	2,95434	-0,05586	-0,24164	0,01800	1,79971	-0,09451	-0,03829
3,725	0,02405	2,40548	-0,00535	-0,23704	0,02806	2,80578	-0,06299	-0,32929	0,01565	1,56504	-0,09323	0,14114
3,75	0,02383	2,38322	-0,01246	-0,33123	0,02637	2,63714	-0,07192	-0,38489	0,01339	1,33873	-0,08782	0,29155
3,775	0,02340	2,34030	-0,02188	-0,42253	0,02445	2,44514	-0,08168	-0,39583	0,01130	1,12996	-0,07919	0,39857
3,8	0,02271	2,27109	-0,03349	-0,50631	0,02229	2,22918	-0,09109	-0,35732	0,00945	0,94530	-0,06854	0,45395
3,825	0,02170	2,17045	-0,04702	-0,57639	0,01992	1,99159	-0,09897	-0,27322	0,00788	0,78819	-0,05716	0,45645
3,85	0,02034	2,03412	-0,06205	-0,62557	0,01737	1,73746	-0,10433	-0,15539	0,00659	0,65886	-0,04630	0,41161
3,875	0,01859	1,85912	-0,07795	-0,64649	0,01474	1,47386	-0,10655	-0,02164	0,00555	0,55470	-0,03703	0,33050
3,9	0,01644	1,64426	-0,09394	-0,63275	0,01209	1,20884	-0,10548	0,10727	0,00471	0,47085	-0,03005	0,22771
3,925	0,01390	1,39046	-0,10910	-0,58011	0,00950	0,95013	-0,10149	0,21124	0,00401	0,40114	-0,02502	0,11889
3,95	0,01101	1,10103	-0,12244	-0,48749	0,00704	0,70398	-0,09543	0,27421	0,00339	0,33898	-0,02400	0,01832
3,975	0,00782	0,78172	-0,13301	-0,35766	0,00474	0,47418	-0,08841	0,28692	0,00278	0,27827	-0,02456	0,06319
4	0,00441	0,44052	-0,13995	-0,19744	0,00262	0,26152	-0,08172	0,24849	0,00214	0,21401	-0,02685	0,11964
4,025	0,00087	0,08730	-0,14263	-0,01729	0,00064	0,06370	-0,07653	0,16661	0,00143	0,14267	-0,03022	-0,15025
4,05	-0,00267	-0,26690	-0,14073	0,16952	-0,00124	-0,12414	-0,07375	0,05618	0,00062	0,06228	-0,03409	-0,15900
4,075	-0,00611	-0,61064	-0,13426	0,34834	-0,00309	-0,30861	-0,07383	-0,06308	-0,00028	-0,02783	-0,03799	-0,15328
4,1	-0,00933	-0,93295	-0,12359	0,50465	-0,00497	-0,49683	-0,07675	-0,17003	-0,00127	-0,12742	-0,04168	-0,14201
4,125	-0,01224	-1,22427	-0,10946	0,62578	-0,00695	-0,69519	-0,08194	-0,24554	-0,00236	-0,23564	-0,04513	-0,13357
4,15	-0,01477	-1,47717	-0,09286	0,70232	-0,00908	-0,90818	-0,08846	-0,27570	-0,00363	-0,36294	-0,04847	-0,13393
4,175	-0,01687	-1,68696	-0,07497	0,72915	-0,01138	-1,13760	-0,09508	-0,25409	-0,00478	-0,47848	-0,05196	-0,14533
4,2	-0,01852	-1,85196	-0,05703	0,70600	-0,01382	-1,38212	-0,10054	-0,18277	-0,00613	-0,61325	-0,05585	-0,16572
4,225	-0,01974	-1,97354	-0,04024	0,63729	-0,01637	-1,63745</						



4,8	-0,03588	-3,58783	0,00615	0,67555	-0,03700	-3,70036	0,04372	0,24419	-0,01939	-1,93926	0,01554	-0,26917
4,825	-0,03551	-3,55067	0,02357	0,71809	-0,03585	-3,58518	0,04843	0,13266	-0,01908	-1,90786	0,00958	-0,20718
4,85	-0,03469	-3,46916	0,04163	0,72668	-0,03462	-3,46159	0,05045	0,02886	-0,01889	-1,88914	0,00539	-0,12787
4,875	-0,03343	-3,34283	0,05943	0,69687	-0,03336	-3,33581	0,05018	-0,05033	-0,01878	-1,87834	0,00325	-0,04375
4,9	-0,03174	-3,17357	0,07598	0,62731	-0,03213	-3,21259	0,04840	-0,09211	-0,01870	-1,87037	0,00313	0,03412
4,925	-0,02966	-2,96569	0,09033	0,52038	-0,03094	-3,09444	0,04612	-0,08990	-0,01860	-1,86048	0,00478	0,09777
4,95	-0,02726	-2,72577	0,10161	0,38222	-0,02981	-2,98124	0,04444	-0,04453	-0,01845	-1,84478	0,00779	0,14323
4,975	-0,02462	-2,46231	0,10917	0,22240	-0,02870	-2,87027	0,04433	0,03595	-0,01820	-1,82040	0,01171	0,17078
5	-0,02185	-2,18509	0,11261	0,05299	-0,02757	-2,75672	0,04650	0,13761	-0,01786	-1,78556	0,01615	0,18433
5,025	-0,01904	-1,90450	0,11186	-0,11261	-0,02635	-2,63452	0,05126	0,24293	-0,01739	-1,73932	0,02083	0,19014
5,05	-0,01631	-1,63068	0,10719	-0,26117	-0,02497	-2,49736	0,05847	0,33375	-0,01681	-1,68122	0,02565	0,19526
5,075	-0,01373	-1,37273	0,09916	-0,38105	-0,02340	-2,33981	0,06757	0,39425	-0,01611	-1,61082	0,03066	0,20570
5,1	-0,01138	-1,13802	0,08861	-0,46347	-0,02158	-2,15826	0,07767	0,41358	-0,01527	-1,52743	0,03605	0,22503
5,125	-0,00932	-0,93161	0,07652	-0,50339	-0,01952	-1,95158	0,08768	0,38758	-0,01430	-1,42984	0,04203	0,25339
5,15	-0,00756	-0,75598	0,06398	-0,49993	-0,01721	-1,72133	0,09652	0,31937	-0,01316	-1,31632	0,04879	0,28721
5,175	-0,00611	-0,61098	0,05203	-0,45629	-0,01472	-1,47163	0,10325	0,21882	-0,01185	-1,18487	0,05637	0,31975
5,2	-0,00494	-0,49396	0,04158	-0,37912	-0,01209	-1,20852	0,10724	0,10076	-0,01034	-1,03359	0,06465	0,34222
5,225	-0,00400	-0,40026	0,03338	-0,27755	-0,00939	-0,93912	0,10828	-0,01752	-0,00861	-0,86123	0,07324	0,34543
5,25	-0,00324	-0,32369	0,02788	-0,16201	-0,00671	-0,67055	0,10657	-0,11918	-0,00668	-0,66770	0,08158	0,32163
5,275	-0,00257	-0,25719	0,02532	-0,04296	-0,00409	-0,40896	0,10270	-0,19061	-0,00455	-0,45456	0,08893	0,26617
5,3	-0,00193	-0,19346	0,02566	0,07023	-0,00159	-0,15869	0,09752	-0,22363	-0,00225	-0,22529	0,09449	0,17869
5,325	-0,00126	-0,12556	0,02866	0,17008	0,00078	0,07823	0,09202	-0,21675	0,00015	0,01472	0,09752	0,06371
5,35	-0,00047	-0,04731	0,03393	0,25148	0,00302	0,30215	0,08712	-0,17528	0,00258	0,25843	0,09745	-0,06967
5,375	0,00046	0,04632	0,04097	0,31172	0,00515	0,51548	0,08355	-0,11024	0,00498	0,49769	0,09396	-0,20874
5,4	0,00159	0,15910	0,04925	0,35019	0,00722	0,72205	0,08171	-0,03639	0,00724	0,72404	0,08712	-0,33894
5,425	0,00293	0,29344	0,05822	0,36781	0,00926	0,92625	0,08164	0,03038	0,00930	0,92958	0,07731	-0,44581
5,45	0,00450	0,45047	0,06740	0,36636	0,01132	1,13200	0,08297	0,07586	0,01108	1,10781	0,06527	-0,51713
5,475	0,00630	0,63012	0,07633	0,34775	0,01342	1,34201	0,08504	0,08993	0,01254	1,25440	0,05200	-0,54471
5,5	0,00831	0,83127	0,08459	0,31358	0,01557	1,55708	0,08702	0,06831	0,01368	1,36767	0,03862	-0,52561
5,525	0,01052	1,05179	0,09182	0,26488	0,01776	1,77590	0,08804	0,01319	0,01449	1,44879	0,02627	-0,46260
5,55	0,01289	1,28865	0,09766	0,20212	0,01995	1,99515	0,08736	-0,06715	0,01502	1,50154	0,01594	-0,36380
5,575	0,01538	1,53792	0,10176	0,12555	0,02210	2,21000	0,08452	-0,15986	0,01532	1,53193	0,00837	-0,22418
5,6	0,01795	1,79483	0,10377	0,03568	0,02415	2,41491	0,07940	-0,24980	0,01547	1,54737	0,00397	-0,11034
5,625	0,02054	2,05379	0,10339	-0,06808	0,02604	2,60448	0,07225	-0,32216	0,01556	1,55580	0,00278	0,01459
5,65	0,02308	2,30847	0,10035	-0,17701	0,02774	2,77438	0,06366	-0,36506	0,01565	1,56485	0,00446	0,12002
5,675	0,02552	2,55202	0,09448	-0,29267	0,02922	2,92203	0,05445	-0,37163	0,01581	1,58094	0,00841	0,19605
5,7	0,02777	2,77729	0,08574	-0,40694	0,03047	3,04703	0,04554	-0,34120	0,01609	1,60874	0,01383	0,23738
5,725	0,02977	2,97727	0,07425	-0,51233	0,03151	3,15119	0,03779	-0,27945	0,01651	1,65083	0,01984	0,24362
5,75	0,03146	3,14550	0,06033	-0,60062	0,03238	3,23821	0,03183	-0,19746	0,01708	1,70766	0,02562	0,21896
5,775	0,03277	3,27658	0,04453	-0,66378	0,03313	3,31297	0,02798	-0,10983	0,01778	1,77781	0,03050	0,17104
5,8	0,03367	3,36668	0,02755	-0,69497	0,03381	3,38071	0,02621	-0,03219	0,01858	1,85844	0,03400	0,10943
5,825	0,03414	3,41391	0,01024	-0,68957	0,03446	3,44606	0,02607	0,02141	0,01946	1,94585	0,03592	0,04389
5,85	0,03419	3,41864	-0,00646	-0,64594	0,03512	3,51222	0,02685	0,04090	0,02036	2,03607	0,03625	-0,01727
5,875	0,03384	3,38356	-0,02160	-0,56591	0,03580	3,58033	0,02764	0,02189	0,02125	2,12536	0,03518	-0,06842
5,9	0,03314	3,31360	-0,03436	-0,45485	0,03649	3,64924	0,02749	-0,03357	0,02211	2,21058	0,03299	-0,10730
5,925	0,03216	3,21557	-0,04406	-0,32125	0,03716	3,71561	0,02560	-0,11737	0,02289	2,28925	0,02996	-0,13501
5,95	0,03098	3,09764	-0,05028	-0,17591	0,03774	3,77441	0,02143	-0,21664	0,02360	2,35961	0,02633	-0,15533
5,975	0,02969	2,96872	-0,05286	-0,03082	0,03820	3,81966	0,01477	-0,31593	0,02420	2,42029	0,02222	-0,17358
6	0,02838	2,83767	-0,05197	0,10212	0,03845	3,84541	0,00583	-0,39975	0,02470	2,47007	0,01761	-0,19521
6,025	0,02713	2,71266	-0,04804	0,21236	0,03847	3,84662	-0,00496	-0,45511	0,02508	2,50753	0,01236	-0,22433
6,05	0,02600	2,60044	-0,04174	0,29179	0,03820	3,81996	-0,01647	-0,47367	0,02531	2,53083	0,00628	-0,26258
6,075	0,02506	2,50589	-0,03390	0,33553	0,03764	3,76431	-0,02805	-0,45299	0,02538	2,53759	-0,00086	-0,30850
6,1	0,02432	2,43174	-0,02543	0,34221	0,03681	3,68090	-0,03688	-0,39688	0,02525	2,52503	-0,00919	-0,35742
6,125	0,02378	2,37843	-0,01722	0,31394	0,03573	3,57309	-0,04757	-0,31471	0,02490	2,49020	-0,01868	-0,40217
6,15	0,02344	2,34427	-0,01010	0,25575	0,03446	3,44582	-0,05425	-0,21968	0,02430	2,43043	-0,02914	-0,43415
6,175	0,02326	2,32575	-0,00472	0,17479	0,03305	3,30478	-0,05858	-0,12664	0,02344	2,34385	-0,04012	-0,44491
6,2	0,02318	2,31792	-0,00154	0,07930	0,03156	3,15558	-0,06078	-0,04954	0,02230	2,22991	-0,05103	-0,42769
6,225	0,02315	2,31495	-0,00083	-0,02232	0,03003	3,00287	-0,06139	0,00085	0,02090	2,08973	-0,06111	-0,37886
6,25	0,02311	2,31061	-0,00264	-0,12250	0,02850	2,84970	-0,06115	0,01873	0,01926	1,92636	-0,06958	-0,29887
6,275	0,02299	2,29873	-0,00686	-0,21505	0,02697	2,69719	-0,06086	0,00406	0,01745	1,74471	-0,07573	-0,19257
6,3	0,02274	2,27359	-0,01324	-0,29555	0,02545	2,54452	-0,06128	-0,03749	0,01551	1,55131	-0,07900	-0,06885
6,325	0,02230	2,23022	-0,02145	-0,36131	0,02389	2,38924	-0,06294	-0,09569	0,01354	1,35369	-0,07910	0,06041
6,35	0,02165	2,16452	-0,03111	-0,41112	0,02228	2,22792	-0,06611	-0,15756	0,01160	1,15972	-0,07607	0,18187
6,375	0,02073	2,07337	-0,04181	-0,44476	0,02057	2,05691	-0,07070	-0,20971	0,00977	0,97680	-0,07027	0,28259
6,4	0,01955	1,95467	-0,05315	-0,46253	0,01873	1,87313	-0,07633	-0,24067	0,00811	0,81104	-0,06234	0,35181
6,425	0,01807	1,80731	-0,06474	-0,46470	0,01675	1,67475	-0,08237	-0,24288	0,00667	0,66668	-0,05316	0,38249
6,45	0,01631	1,63115	-0,07619	-0,45125	0,01462	1,46168	-0,08808	-0,21396	0,00546	0,54557	-0,04372	0,37226
6,475	0,01427	1,42703	-0,08710	-0,42179	0,01236	1,23567	-0,09272	-0,15710	0,00447	0,44714	-0,03502	0,32372
6,5	0,01197	1,19681	-0,09707	-0,37568	0,01000	1,00015	-0,09569	-0,08050	0,00368	0,36845	-0,02793	0,24405
6,525	0,00943	0,94339	-0,10567	-0,31242	0,00760	0,75972	-0,09665	0,00412	0,00305	0,30469	-0,02308	0,14387
6,55	0,00671	0,67070	-0,11248	-0,23213	0,00519	0,51948	-0,09555	0,08357	0,00250	0,24981	-0,02083	0,03568
6,575	0,00384	0,38375	-0,11708	-0,13613	0,00284	0,28418	-0,09269	0,14545	0,00197	0,19722	-0,02124	-0,06788
6,6	0,00088	0,08849	-0,11912	-0,02725	0,00058	0,05754	-0,08862	0,18037	0,00141	0,14063	-0,02403	-0,15578
6,625	-0,00208	-0,20835	-0,11834	0,08986	-0,00158	-0,15831	-0,08407	0,18353	0,00075	0,07468	-0,02873	-0,21997
6,65	-0,00500	-0,49953	-0,11461	0,20886	-0,00363	-0,36318	-0,07983	0,15560	-0,00005	-0,00458	-0,03468	-0,25629
6,675	-0,00778	-0,77775	-0,10797	0,32211	-0,00559	-0,55871	-0,07660	0,10263	-0,00099	-0,09942	-0,04119	-0,26461
6,7	-0,01036	-1,03607	-0,09868	0,42130	-0,00748	-0,74806	-0,07488	0,03503	-0,00210	-0,21042	-0,04761	-0,24849
6,725	-0,01268	-1,26839	-0,08718	0,49840	-0,00935	-0,93525</						



7,3	-0,03231	-3,23067	-0,02285	0,40445	-0,03636	-3,63584	0,00463	0,25735	-0,02082	-2,08186	0,03599	-0,08065
7,325	-0,03274	-3,27435	-0,01209	0,45574	-0,03615	-3,61549	0,01165	0,30455	-0,01996	-1,99581	0,03285	-0,17012
7,35	-0,03290	-3,28973	-0,00022	0,49445	-0,03576	-3,57643	0,01960	0,33128	-0,01920	-1,91996	0,02782	-0,23214
7,375	-0,03274	-3,27443	0,01246	0,51955	-0,03517	-3,51707	0,02789	0,33201	-0,01858	-1,85810	0,02166	-0,26066
7,4	-0,03227	-3,22689	0,02557	0,52971	-0,03437	-3,43738	0,03586	0,30584	-0,01812	-1,81198	0,01523	-0,25375
7,425	-0,03146	-3,14650	0,03874	0,52337	-0,03339	-3,33894	0,04289	0,25659	-0,01781	-1,78120	0,00939	-0,21377
7,45	-0,03034	-3,03368	0,05152	0,49895	-0,03225	-3,22469	0,04850	0,19216	-0,01763	-1,76336	0,00488	-0,14695
7,475	-0,02890	-2,88998	0,06344	0,45527	-0,03099	-3,09851	0,05244	0,12309	-0,01754	-1,75442	0,00227	-0,06232
7,5	-0,02718	-2,71813	0,07404	0,39204	-0,02965	-2,96453	0,05474	0,06080	-0,01749	-1,74927	0,00186	0,02958
7,525	-0,02522	-2,52206	0,08282	0,31032	-0,02826	-2,82649	0,05570	0,01553	-0,01742	-1,74232	0,00370	0,11829
7,55	-0,02307	-2,30685	0,08936	0,21289	-0,02687	-2,68709	0,05582	-0,00540	-0,01728	-1,72817	0,00762	0,19477
7,575	-0,02079	-2,07850	0,09332	0,10431	-0,02548	-2,54760	0,05577	0,00112	-0,01702	-1,70214	0,01321	0,25258
7,6	-0,01844	-1,84371	0,09451	-0,00913	-0,02408	-2,40764	0,05620	0,03343	-0,01661	-1,66066	0,01997	0,28851
7,625	-0,01609	-1,60945	0,09290	-0,11991	-0,02265	-2,26528	0,05769	0,08535	-0,01601	-1,60149	0,02736	0,30262
7,65	-0,01383	-1,38252	0,08865	-0,21988	-0,02117	-2,11743	0,06059	0,14721	-0,01524	-1,52370	0,03487	0,29786
7,675	-0,01169	-1,16903	0,08214	-0,30118	-0,01960	-1,96041	0,06503	0,20747	-0,01428	-1,42752	0,04208	0,27913
7,7	-0,00974	-0,97398	0,07391	-0,35705	-0,01791	-1,79063	0,07080	0,25465	-0,01314	-1,31402	0,04872	0,25217
7,725	-0,00801	-0,80076	0,06466	-0,38272	-0,01605	-1,60528	0,07748	0,27924	-0,01185	-1,18480	0,05465	0,22239
7,75	-0,00651	-0,65096	0,05518	-0,37598	-0,01403	-1,40292	0,08441	0,27528	-0,01042	-1,04166	0,05986	0,19380
7,775	-0,00524	-0,52417	0,04626	-0,33759	-0,01184	-1,18383	0,09087	0,24138	-0,00886	-0,88636	0,06438	0,16841
7,8	-0,00418	-0,41803	0,03865	-0,27119	-0,00950	-0,95007	0,09614	0,18094	-0,00720	-0,72049	0,06831	0,14596
7,825	-0,00329	-0,32851	0,03297	-0,18303	-0,00705	-0,70529	0,09968	0,10152	-0,00545	-0,54548	0,07169	0,12422
7,85	-0,00250	-0,25021	0,02967	-0,08126	-0,00454	-0,45430	0,10112	0,01366	-0,00363	-0,36276	0,07449	0,09963
7,875	-0,00177	-0,17692	0,02896	0,02496	-0,00202	-0,20241	0,10040	-0,07092	-0,00174	-0,17391	0,07659	0,06835
7,9	-0,00102	-0,10214	0,03086	0,12638	0,00045	0,04527	0,09775	-0,14125	0,00019	0,01905	0,07778	0,02722
7,925	-0,00020	-0,01968	0,03512	0,21465	0,00284	0,28448	0,09362	-0,18883	0,00214	0,21354	0,07781	-0,02518
7,95	0,00076	0,07590	0,04134	0,28312	0,00512	0,51232	0,08865	-0,20905	0,00406	0,00630	0,07639	-0,08795
7,975	0,00189	0,18879	0,04897	0,32731	0,00728	0,72752	0,08351	-0,20181	0,00593	0,59345	0,07333	-0,15760
8	0,00322	0,32172	0,05738	0,34522	0,00930	0,93047	0,07885	-0,17148	0,00771	0,77073	0,06850	-0,22833
8,025	0,00476	0,47583	0,06591	0,33719	0,01123	1,12293	0,07513	-0,12602	0,00934	0,93384	0,06199	-0,29275
8,05	0,00651	0,65064	0,07394	0,30561	0,01308	1,30760	0,07261	-0,07561	0,01079	1,07888	0,05404	-0,34296
8,075	0,00844	0,84425	0,08094	0,25429	0,01487	1,48745	0,07128	-0,03087	0,01203	1,20281	0,04511	-0,37176
8,1	0,01054	1,05351	0,08647	0,18791	0,01665	1,66515	0,07088	-0,00102	0,01304	1,30393	0,03579	-0,37393
8,125	0,01274	1,27436	0,09021	0,11130	0,01842	1,84244	0,07096	0,00762	0,01382	1,38213	0,02677	-0,34717
8,15	0,01502	1,50207	0,09196	0,02903	0,02020	2,01984	0,07096	-0,00732	0,01439	1,43906	0,01877	-0,29267
8,175	0,01732	1,73157	0,09164	-0,05503	0,02196	2,19645	0,07032	-0,04393	0,01478	1,47807	0,01243	-0,21517
8,2	0,01958	1,95765	0,08923	-0,13776	0,02370	2,37006	0,06857	-0,09645	0,01504	1,50386	0,00821	-0,12247
8,225	0,02175	2,17519	0,08480	-0,21676	0,02538	2,53753	0,06541	-0,15632	0,01522	1,52208	0,00637	-0,02449
8,25	0,02379	2,37926	0,07846	-0,29015	0,02695	2,69527	0,06078	-0,21371	0,01539	1,53868	0,00691	0,06807
8,275	0,02565	2,56531	0,07038	-0,35623	0,02840	2,83984	0,05487	-0,25927	0,01559	1,55930	0,00958	0,14509
8,3	0,02729	2,72924	0,06076	-0,41323	0,02968	2,96850	0,04806	-0,28578	0,01589	1,58861	0,01387	0,19841
8,325	0,02868	2,86751	0,04986	-0,45912	0,03080	3,07965	0,04087	-0,28937	0,01630	1,62987	0,01914	0,22285
8,35	0,02977	2,97730	0,03797	-0,49156	0,03173	3,17308	0,03387	-0,27023	0,01685	1,68459	0,02463	0,21681
8,375	0,03057	3,05662	0,02548	-0,50807	0,03250	3,24990	0,02759	-0,23254	0,01752	1,75241	0,02962	0,18237
8,4	0,03104	3,10446	0,01280	-0,50630	0,03312	3,31237	0,02238	-0,18373	0,01831	1,83127	0,03346	0,12481
8,425	0,03121	3,12098	0,00041	-0,48448	0,03363	3,36338	0,01842	-0,13324	0,01918	1,91769	0,03567	0,05172
8,45	0,03108	3,10754	-0,01117	-0,44188	0,03406	3,40593	0,01562	-0,09082	0,02007	2,00723	0,03596	-0,02818
8,475	0,03067	3,06680	-0,02143	-0,37927	0,03443	3,44255	0,01368	-0,06485	0,02095	2,09504	0,03428	-0,10634
8,5	0,03003	3,00262	-0,02991	-0,29916	0,03475	3,47478	0,01210	-0,06091	0,02176	2,17635	0,03076	-0,17549
8,525	0,02920	2,91996	-0,03622	-0,20588	0,03503	3,50282	0,01033	-0,08077	0,02247	2,24690	0,02568	-0,23057
8,55	0,02825	2,82454	-0,04011	-0,10543	0,03525	3,52548	0,00780	-0,12207	0,02303	2,30330	0,01944	-0,26916
8,575	0,02723	2,72252	-0,04150	-0,00501	0,03540	3,54028	0,00404	-0,17868	0,02343	2,34314	0,01243	-0,29147
8,6	0,02620	2,62008	-0,04046	0,08760	0,03544	3,54380	-0,00122	-0,24172	0,02385	2,36497	0,00504	-0,29990
8,625	0,02523	2,52287	-0,03731	0,16485	0,03532	3,53228	-0,00800	-0,30100	0,02368	2,36822	-0,00244	-0,29823
8,65	0,02436	2,43561	-0,03249	0,22023	0,03502	3,50216	-0,01610	-0,34676	0,02353	2,35292	-0,00980	-0,29070
8,675	0,02362	2,36171	-0,02663	0,24901	0,03451	3,45069	-0,02507	-0,37123	0,02319	2,31949	-0,01695	-0,28100
8,7	0,02303	2,30292	-0,02041	0,24879	0,03376	3,37643	-0,03434	-0,38995	0,02288	2,28849	-0,02385	-0,27156
8,725	0,02259	2,25923	-0,01455	0,21981	0,03279	3,27946	-0,04324	-0,34249	0,02201	2,20051	-0,03054	-0,26300
8,75	0,02229	2,22887	-0,00974	0,16494	0,03161	3,16143	-0,05118	-0,29246	0,02116	2,11609	-0,03700	-0,25417
8,775	0,02208	2,20850	-0,00656	0,08933	0,03025	3,02536	-0,05767	-0,22694	0,02016	2,01583	-0,04321	-0,24243
8,8	0,02193	2,19349	-0,00544	-0,00013	0,02875	2,87521	-0,06245	-0,15526	0,01901	1,90051	-0,04904	-0,22434
8,825	0,02178	2,17839	-0,00664	-0,09560	0,02715	2,71529	-0,06548	-0,08745	0,01771	1,77133	-0,05430	-0,19655
8,85	0,02157	2,15733	-0,01020	-0,18909	0,02550	2,54970	-0,06998	-0,03262	0,01630	1,63005	-0,05872	-0,15669
8,875	0,02125	2,12461	-0,01598	-0,27331	0,02382	2,38177	-0,07336	-0,00256	0,01479	1,47918	-0,06198	-0,10418
8,9	0,02075	2,07504	-0,02368	-0,34229	0,02214	2,21364	-0,06714	0,01484	0,01322	1,32197	-0,06379	-0,04067
8,925	0,02004	2,00438	-0,03285	-0,39184	0,02046	2,04609	-0,06690	0,00491	0,01162	1,16232	-0,06393	0,02986
8,95	0,01910	1,90957	-0,04300	-0,41973	0,01879	1,87857	-0,06712	-0,02286	0,01005	1,00456	-0,06228	0,10144
8,975	0,01789	1,78887	-0,05356	-0,42565	0,01709	1,70946	-0,06817	-0,06121	0,00853	0,85304	-0,05893	0,16885
9	0,01642	1,64189	-0,06402	-0,41088	0,01536	1,53649	-0,07020	-0,10131	0,00712	0,71174	-0,05411	0,21865
9,025	0,01470	1,46951	-0,07388	-0,37793	0,01357	1,35730	-0,07315	-0,13430	0,00584	0,58379	-0,04825	0,25026
9,05	0,01274	1,27375	-0,08273	-0,32995	0,01170	1,16995	-0,07674	-0,15280	0,00471	0,47109	-0,04191	0,25704
9,075	0,01058	1,05755	-0,09023	-0,27035	0,00973	0,97334	-0,08055	-0,15213	0,00374	0,37403	-0,03573	0,23712
9,1	0,00825	0,82458	-0,09614	-0,20237	0,00768	0,76754	-0,08409	-0,13111	0,00291	0,29141	-0,03037	0,19179
9,125	0,00579	0,57905	-0,10028	-0,12888	0,00554	0,55383	-0,08688	-0,09218	0,00220	0,22044	-0,02640	0,12550
9,15	0,00326	0,32552	-0,10255	-0,05235	0,00335	0,33456	-0,08854	-0,04092	0,00157	0,15710	-0,02427	0,04535
9,175	0,00069	0,06872	-0,10289	0,02512	0,00113	0,11279	-0,08887	0,01498	0,00097	0,09651	-0,02420	-0,03983
9,2	-0,00187	-0,18652	-0,10130	0,10152	-0,00108	-0,10909	-0,08784	0,06706	0,00034	0,03350	-0,02621	-0,12058
9,225	-0,00435	-0,43546	-0,09785	0,17477	-0,00325	-0,32497</						

9,8	-0,02794	-2,79356	-0,03921	0,17760	-0,03401	-3,40095	0,00077	0,10337	-0,02187	-2,18678	0,01690	0,21621
9,825	-0,02885	-2,88472	-0,03372	0,26131	-0,03396	-3,39610	0,00312	0,08471	-0,02139	-2,13850	0,02172	0,16934
9,85	-0,02960	-2,96972	-0,02628	0,33407	-0,03386	-3,38565	0,00524	0,08517	-0,02080	-2,07981	0,02523	0,11117
9,875	-0,03014	-3,01407	-0,01720	0,39199	-0,03370	-3,36960	0,00760	0,10351	-0,02014	-2,01429	0,02719	0,04590
9,9	-0,03044	-3,04419	-0,00689	0,43272	-0,03347	-3,34687	0,01059	0,13542	-0,01946	-1,94592	0,02751	-0,02053
9,925	-0,03048	-3,04755	0,00421	0,45539	-0,03316	-3,31556	0,01446	0,17435	-0,01879	-1,87873	0,02624	-0,08123
9,95	-0,03023	-3,02272	0,01565	0,46039	-0,03273	-3,27337	0,01930	0,21270	-0,01816	-1,81643	0,02361	-0,12925
9,975	-0,02969	-2,96938	0,02702	0,44906	-0,03218	-3,21801	0,02499	0,24308	-0,01762	-1,76192	0,02001	-0,15861
10	-0,02888	-2,88819	0,03793	0,42328	-0,03148	-3,14767	0,03128	0,25967	-0,01717	-1,71696	0,01596	-0,16521

Fig. A 85. Resposta del sistema per excitació impulsional

Equació de tercer grau

$$ax^3+bx^2+cx+d=0$$

$$a \quad b \quad c \quad d$$

$$-17,49500474 + 6769,331454 + -519331,1916 + 2856714,957$$

Solucions

$$x' = \text{Real} \quad \text{Im.}$$

$$x' = 284,665884 + 0$$

$$x'' = 5,956038174 + 0$$

$$x''' = 96,30746462 + 0$$

Procediment

$$ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$$

$$a \quad b \quad c \quad d$$

$$-17,49500474 + 6769,331454 + -519331,1916 + 2856714,957$$

$$y^3 + py + q = 0$$

$$; x = y - b/(3a)$$

$$b/(3a) = -128,9764622$$

$$p \quad q$$

$$-20220,24209 \quad -625708,6151$$

$$\text{Discriminant} = q^2/4 + p^3/27$$

$$-2,08315E+11$$

Solucions

Discriminant &lt; 0

Valors sota la 1ª arrel cúbica

$$\text{Real} \quad \text{Imaginari}$$

$$312854,3076 + 456415,6043 \quad -q/2 + [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$$

Valors sota la 2ª arrel cúbica

$$312854,3076 + -456415,6043 \quad -q/2 - [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$$

$$-q/2 \quad [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$$

$$\text{Real} \quad \text{Imaginari}$$

$$77,84471085 + 26,08221019 = U'$$

$$-61,51021204 + 54,37439205 = U''$$

$$-16,33449881 + -80,45660224 = U'''$$

$$\text{Real} \quad \text{Imaginari}$$

$$77,84471085 + -26,08221 = V'$$

$$-61,51021204 + -54,37439 = V''$$

$$-16,33449881 + 80,456602 = V'''$$

Primera solució

$$U'$$

$$\text{Real} \quad \text{Im.}$$

$$77,84471085 + 26,08221019$$

$$V'$$

$$\text{Real} \quad \text{Im.}$$

$$77,84471085 + -26,08221$$

$$U^3$$

$$\text{Real} \quad \text{Im.}$$

$$312854,3076 + 456415,6043$$

$$V^3$$

$$\text{Real} \quad \text{Im.}$$

$$312854,31 + -456415,6$$

$$U' \cdot V'$$

$$6740,080696 + 0$$

$$U^3 + V^3$$

$$625708,62 + 0$$

Segona solució

$$U''$$

$$\text{Real} \quad \text{Im.}$$

$$-61,51021204 + 54,37439205$$

$$V''$$

$$\text{Real} \quad \text{Im.}$$

$$-61,51021204 + -54,37439$$

Fig. A 86. Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació impulsional



$U''' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 312854,3076 & 456415,6043 \end{matrix}$ $U'' * V'' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 6740,080696 & 0 \end{matrix}$	$V''' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 312854,31 & -456415,6 \end{matrix}$ $U''' + V''' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 625708,62 & 0 \end{matrix}$
--	--

**Tercera solució**

$U'' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ -16,33449881 & -80,45660224 \end{matrix}$ $U''' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 312854,3076 & 456415,6043 \end{matrix}$ $U'' * V'' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 6740,080696 & 0 \end{matrix}$	$V'' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ -16,33449881 & 80,456602 \end{matrix}$ $V''' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 312854,31 & -456415,6 \end{matrix}$ $U''' + V''' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 625708,62 & 0 \end{matrix}$
--	---

**U \* V ha de ser igual a -P/3** = 6740,080696

**U<sup>3</sup> + V<sup>3</sup> ha de ser igual a -q** = 625708,6151

**Recalculant:**

$y' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 155,6894217 & 0 \end{matrix}$ $y'' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ -123,0204241 & 0 \end{matrix}$ $y''' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ -32,66899763 & 0 \end{matrix}$	$x' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 284,66588 & 0 \end{matrix}$ $x'' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 5,9560382 & 0 \end{matrix}$ $x''' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 96,307465 & 0 \end{matrix}$
---	---

**S'ha de comprovar:**

$x' + x'' + x''' = -b/a = 386,9293867$ $x'x'' + x'x''' + x''x''' = c/a = 29684,54136$ $x'x''x''' = -d/a = 163287,4641$	$x' + x'' + x''' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 386,92939 & 0 \end{matrix}$ $x'x'' + x'x''' + x''x''' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 29684,541 & 0 \end{matrix}$ $x'x''x''' = \begin{matrix} \text{Real} & \text{Im.} \\ 163287,46 & 0 \end{matrix}$
--	--

**Verificació de les solucions trobades**

	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	
	-17,49500474	6769,331454	-519331,1916	2856715	

**S'ha de cumplir:**  $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$

	<b>ax<sup>3</sup></b>	<b>+ bx<sup>2</sup></b>	<b>+ cx</b>	<b>+ d</b>	<b>=</b>	
--	-----------------------	-------------------------	-------------	------------	----------	--

**Verificació de la 1ª solució**

Real	-403571352,2	+ 548550509,9	+ -147835872,7	+ 2856715	=	1,141E-07
Imaginari	0	+ 0	+ 0	+ 0	=	0

**Verificació de la 2ª solució**

Real	-3696,46401	+ 240137,9089	+ -3093156,402	+ 2856715	=	-3,03E-08
Imaginari	0	+ 0	+ 0	+ 0	=	0

Real	-15627658,56	+ 62786413,96	+ -50015470,36	+ 2856715	=	-4,24E-08
------	--------------	---------------	----------------	-----------	---	-----------

Fig. A 87. Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació impulsional



Verificació de la 3ª solució

Imaginari

$$\boxed{0} + \boxed{0} + \boxed{0} + \boxed{0} = \boxed{0}$$

Discriminant  $\geq 0$

Valors sota la 1ª arrel cúbica

$$= \boxed{\text{Real}} -q/2 + [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$$

Valors sota la 2ª arrel cúbica

$$= \boxed{\text{Real}} -q/2 - [(q/2)^2 + (p/3)^3]^{(1/2)}$$

Real

Im.

$$\boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{0} = U'$$

$$\boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{\#i\text{VALOR!}} = U''$$

$$\boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{\#i\text{VALOR!}} = U'''$$

Real

Im.

$$\boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{0} = V'$$

$$\boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{\#i\text{VALOR!}} = V''$$

$$\boxed{\#i\text{VALOR!}} + \boxed{\#i\text{VALOR!}} = V'''$$

Primera solució

U'

Real

Im.

$$\boxed{0} + \boxed{0}$$

$$U'^3 = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

$$U' * V' = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

V'

Real

Im.

$$\boxed{0} + \boxed{0}$$

$$V'^3 = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

$$U'^3 + V'^3 = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

Segona solució

U''

Real

Im.

$$\boxed{0} + \boxed{0}$$

$$U''^3 = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

$$U'' * V'' = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

V''

Real

Im.

$$\boxed{0} + \boxed{0}$$

$$V''^3 = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

$$U''^3 + V''^3 = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

Tercera solució

U'''

Real

Im.

$$\boxed{0} + \boxed{0}$$

$$U'''^3 = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

$$U''' * V''' = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

V'''

Real

Im.

$$\boxed{0} + \boxed{0}$$

$$V'''^3 = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

$$U'''^3 + V'''^3 = \boxed{\text{Real}} + \boxed{\text{Im.}}$$

Arrel cúbica a l'espai complex

$$A + JB = H (\cos@ + j\text{sen}@)$$

$$A + JB = \boxed{\text{Real}} 312854,3076 + \boxed{\text{Imaginari}} 456415,6043$$

$$H = \boxed{553347,1077}$$

$$\text{sen}@ = \boxed{0,824826945}$$

Fig. A 88. Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació impulsional





$\cos@ = 0,565385277$   
 Vector al quadrant  Angle @ en radians   
 Vector al quadrant  Angle @ en radians   
 Vector al quadrant  Angle @ en radians   
 @ en rad. =

$H^*(\cos@ + j\text{sen}@) = (h^*(\cos(@/3+2k\pi/3) + j\text{sen}(@/3+2k\pi/3)))^3$   
 $h = 82,09799447$   
 $@/3 = 0,323298683$

K = 0	$\text{sen}(@/3)$	=	<input type="text" value="0,31769607"/>
K = 0	$\cos(@/3)$	=	<input type="text" value="0,9481926"/>
K = 1	$\text{sen}(@/3+2\pi/3)$	=	<input type="text" value="0,662310845"/>
K = 1	$\cos(@/3+2\pi/3)$	=	<input type="text" value="-0,749229167"/>
K = 2	$\text{sen}(@/3+4\pi/3)$	=	<input type="text" value="-0,980006914"/>
K = 2	$\cos(@/3+4\pi/3)$	=	<input type="text" value="-0,198963433"/>

$h^*(\cos(@/3+2k\pi/3) + j\text{sen}(@/3+2k\pi/3)) = a + jb$

		Real	Imaginari
K = 0	$a' + jb'$	= <input type="text" value="77,84471085"/>	+ <input type="text" value="26,08221019"/>
K = 1	$a'' + jb''$	= <input type="text" value="-61,51021204"/>	+ <input type="text" value="54,37439205"/>
K = 2	$a''' + jb'''$	= <input type="text" value="-16,33449881"/>	+ <input type="text" value="-80,45660224"/>

Suma de la part real  Ha de ser igual a 0  
 Suma de la part imaginària  Ha de ser igual a 0

$A = a^3 - 3 \cdot a \cdot b^2$   $B = 3 \cdot a^2 \cdot b - b^3$

A	=	<input type="text" value="312854,3076"/>	B	=	<input type="text" value="456415,6043"/>
A'	=	<input type="text" value="312854,3076"/>	B'	=	<input type="text" value="456415,6043"/>
A''	=	<input type="text" value="312854,3076"/>	B''	=	<input type="text" value="456415,6043"/>
A'''	=	<input type="text" value="312854,3076"/>	B'''	=	<input type="text" value="456415,6043"/>

Fig. A 89. Resolució de l'equació de 3r grau en el full d'excitació impulsional





## **Annex B. Escombrat de variables pel disseny**

En aquest Annex es recullen les taules amb les dades de l'escombrat de variables realitzat pel disseny dels elements estructurals. A partir d'aquestes taules s'han confeccionat els mapes de l'apartat 6.2.6, que permeten visualitzar d'una manera més clara la diferent tipologia d'estructures a escala reduïda que resulta possible muntar en variar les característiques dels elements constructius.

La relació de casos analitzats en aquest Annex és la següent:

Taula B 1. Estructura de tres pisos amb bigues simples d'acer i 2 columnes .....	88
Taula B 2. Estructura de tres pisos amb bigues dobles d'acer i 2 columnes .....	89
Taula B 3. Estructura de tres pisos amb bigues dobles d'acer i 3 columnes .....	90
Taula B 4. Estructura de tres pisos amb bigues dobles d'alumini i 2 columnes .....	91
Taula B 5. Estructura de dos pisos amb bigues simples d'acer i 2 columnes .....	92
Taula B 6. Estructura de dos pisos amb bigues dobles d'acer i 3 columnes.....	93
Taula B 7. Estructura d'un pis amb biga doble d'acer i 2 columnes .....	94
Taula B 8. Estructura d'un pis amb biga doble d'alumini i 2 columnes.....	95



**Taula B 1.** Estructura de tres pisos\* amb bigues simples d'acer i 2 columnes

Columnes		Biga doble		Períodes propi (s)			Tensions màximes (MPa)
Gruix (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Massa (kg)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
0,5	170	170	0,90	2,015	0,518	0,303	436
		185	0,98	2,412	0,575	0,325	
		200	1,06	3,230	0,644	0,348	
	180	160	0,85	2,648	0,609	0,340	389
		170	0,90	3,335	0,667	0,359	
		180	0,95	5,446	0,736	0,379	
	190	130	0,69	2,480	0,594	0,337	349
		140	0,74	3,021	0,656	0,359	
		150	0,79	4,328	0,732	0,382	
	190	200	1,06	1,398	0,383	0,296	419
		230	1,22	1,639	0,435	0,323	
		260	1,38	1,998	0,498	0,351	
0,6	205	200	1,06	1,887	0,479	0,356	360
		220	1,16	2,246	0,535	0,379	
		240	1,27	2,888	0,604	0,403	
	220	200	1,06	3,135	0,633	0,427	312
		210	1,11	4,077	0,686	0,442	
		220	1,16	7,628	0,748	0,457	
	230	230	1,22	1,608	0,442	0,333	333
		260	1,38	1,875	0,497	0,361	
		290	1,53	2,274	0,562	0,388	
	250	210	1,11	2,004	0,519	0,384	282
		240	1,27	2,554	0,604	0,420	
		270	1,43	3,974	0,718	0,456	
0,7	265	220	1,16	3,265	0,684	0,460	251
		230	1,22	4,005	0,733	0,474	
		240	1,27	5,743	0,790	0,489	
	250	250	1,32	1,359	0,395	0,301	323
		280	1,48	1,503	0,431	0,322	
		320	1,96	1,741	0,484	0,350	
	270	230	1,22	1,585	0,447	0,340	277
		270	1,43	1,887	0,513	0,375	
		320	1,69	2,509	0,618	0,420	
	290	270	1,43	2,711	0,650	0,446	240
		290	1,53	3,351	0,717	0,469	
		310	1,64	4,857	0,798	0,492	
0,9	270	270	1,43	1,231	0,369	0,281	311
		310	1,64	1,368	0,406	0,304	
		350	1,85	1,527	0,446	0,327	
	290	290	1,53	1,582	0,457	0,341	270
		310	1,64	1,690	0,483	0,355	
		340	1,80	1,878	0,524	0,377	
	310	290	1,53	1,983	0,546	0,396	236
		310	1,64	2,171	0,583	0,414	
		330	1,75	2,406	0,623	0,431	

\* Motor al tercer pis





**Taula B 2.** Estructura de tres pisos\* amb bigues dobles d'acer i 2 columnes

Columnes		Biga doble		Períodes propi (s)			Tensions màximes (MPa)
Gruix (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Massa (kg)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
0,5	170	180	0,95	2,255	0,555	0,317	436
		190	1,01	2,610	0,596	0,333	
		200	1,06	3,230	0,644	0,348	
	180	160	0,85	2,648	0,609	0,340	389
		170	0,90	3,335	0,667	0,359	
		180	0,95	5,446	0,736	0,379	
	190	120	0,63	2,159	0,542	0,315	349
		130	0,69	2,480	0,594	0,337	
		140	0,74	3,021	0,656	0,359	
0,6	190	300	1,59	3,171	0,657	0,361	419
		310	1,64	3,940	0,694	0,372	
		320	1,69	5,957	0,735	0,383	
	200	260	1,38	3,093	0,666	0,368	378
		270	1,43	3,827	0,708	0,381	
		280	1,48	5,712	0,755	0,393	
	210	220	1,16	2,779	0,649	0,366	343
		230	1,22	3,285	0,693	0,380	
		240	1,27	4,274	0,743	0,395	
0,7	200	420	2,22	2,274	0,580	0,339	411
		460	2,43	3,175	0,661	0,366	
		500	2,65	23,485	0,769	0,395	
	220	340	1,80	2,541	0,629	0,362	364
		360	1,90	3,097	0,682	0,381	
		380	2,01	4,353	0,744	0,399	
	250	270	1,43	4,039	0,779	0,422	282
		280	1,48	2,897	0,685	0,388	
		290	1,53	27,009	0,886	0,450	
0,8	220	420	2,22	1,579	0,468	0,293	417
		460	2,43	1,777	0,510	0,314	
		500	2,65	2,043	0,559	0,336	
	240	440	2,33	2,567	0,645	0,374	350
		460	2,43	2,963	0,686	0,389	
		480	2,54	3,625	0,732	0,403	
	260	380	1,90	2,648	0,669	0,389	298
		400	2,12	4,024	0,779	0,425	
		420	2,22	7,077	0,849	0,444	
0,9	230	500	2,65	1,389	0,427	0,274	429
		550	2,91	1,535	0,463	0,293	
		600	3,17	1,712	0,502	0,313	
	250	500	2,65	1,824	0,531	0,329	363
		540	2,86	2,055	0,575	0,349	
		580	3,07	2,376	0,625	0,370	
	270	520	2,75	3,036	0,716	0,408	311
		540	2,86	3,571	0,758	0,422	
		560	2,96	4,558	0,804	0,435	

\* Motor al tercer pis



**Taula B 3.** Estructura de tres pisos\* amb bigues dobles d'acer i 3 columnes

Columnes		Biga doble		Períodes propi (s)			Tensions màximes (MPa)
Gruix (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Massa (kg)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
0,5	170	320	1,69	2,578	0,589	0,331	436
		340	1,80	3,567	0,648	0,349	
		360	1,90	19,141	0,721	0,368	
	180	280	1,48	2,789	0,619	0,345	389
		290	1,53	3,314	0,654	0,356	
		300	1,59	4,363	0,693	0,367	
	190	240	1,27	2,752	0,628	0,352	349
		250	1,32	3,276	0,667	0,364	
		260	1,38	4,338	0,712	0,377	
0,6	190	420	2,22	1,978	0,532	0,317	419
		440	2,33	2,198	0,563	0,329	
		460	2,43	2,504	0,598	0,342	
	205	360	1,90	2,209	0,575	0,338	360
		380	2,01	2,546	0,617	0,353	
		400	2,12	3,101	0,664	0,369	
	220	320	1,69	2,687	0,646	0,368	312
		340	1,80	3,427	0,705	0,388	
		360	1,90	5,759	0,777	0,408	
0,7	230	460	2,43	2,197	0,588	0,350	333
		480	2,54	2,425	0,620	0,362	
		500	2,65	2,736	0,655	0,375	
	250	410	2,17	2,888	0,688	0,393	282
		440	2,33	4,031	0,765	0,417	
		470	2,49	39,375	0,863	0,442	
	270	340	1,80	3,072	0,724	0,411	242
		360	1,90	3,933	0,787	0,432	
		380	2,01	6,741	0,863	0,452	
0,8	250	540	2,86	1,889	0,544	0,336	323
		560	2,96	2,000	0,565	0,345	
		580	3,07	2,128	0,587	0,355	
	270	500	2,65	2,375	0,636	0,379	277
		520	2,75	2,600	0,668	0,391	
		540	2,86	2,898	0,702	0,403	
	290	460	2,43	3,129	0,742	0,423	240
		480	2,54	3,731	0,789	0,438	
		500	2,65	4,925	0,843	0,454	
0,9	270	620	3,28	1,741	0,520	0,327	311
		640	3,39	1,813	0,536	0,335	
		660	3,49	1,891	0,552	0,343	
	290	600	3,17	2,203	0,618	0,376	270
		620	3,28	2,340	0,641	0,385	
		640	3,39	2,503	0,665	0,395	
	310	580	3,07	3,026	0,743	0,429	236
		600	3,17	3,407	0,779	0,441	
		620	3,28	3,981	0,818	0,453	

\* Motor al tercer pis



**Taula B 4.** Estructura de tres pisos\* amb bigues dobles d'alumini i 2 columnes

Columnes		Biga doble		Períodes propi (s)			Tensions màximes (MPa)
Gruix (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Massa (kg)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	
0,5	170	360	0,71	1,599	0,434	0,263	436
		400	0,79	1,802	0,479	0,285	
		440	0,87	2,092	0,531	0,308	
	180	340	0,67	1,906	0,497	0,294	389
		380	0,75	2,269	0,561	0,322	
		420	0,83	2,977	0,641	0,351	
	190	360	0,71	3,186	0,670	0,364	349
		380	0,75	4,308	0,731	0,382	
		400	0,79	14,008	0,805	0,401	
	190	400	0,79	1,229	0,355	0,222	419
		450	0,89	1,332	0,385	0,240	
		500	0,99	1,451	0,417	0,259	
0,6	210	400	0,79	1,652	0,460	0,282	343
		440	0,87	1,819	0,500	0,302	
		480	0,95	2,034	0,544	0,323	
	230	420	0,83	2,755	0,662	0,375	286
		440	0,87	3,141	0,704	0,390	
		460	0,91	3,774	0,752	0,406	
	200	480	0,95	1,010	0,305	0,194	441
		520	1,03	1,056	0,319	0,203	
		560	1,11	1,103	0,334	0,213	
	230	460	0,91	1,379	0,404	0,254	333
		500	0,99	1,465	0,428	0,268	
		540	1,07	1,561	0,454	0,283	
0,7	260	440	0,87	1,953	0,542	0,330	261
		500	0,99	2,290	0,611	0,363	
		520	1,03	2,442	0,637	0,374	
	220	500	0,99	0,922	0,282	0,181	417
		550	1,09	0,967	0,298	0,191	
		600	1,19	1,012	0,313	0,201	
	250	500	0,99	1,217	0,367	0,233	323
		540	1,07	1,274	0,384	0,244	
		580	1,15	1,334	0,402	0,256	
	280	520	1,03	1,682	0,491	0,306	257
		540	1,07	1,736	0,505	0,314	
		560	1,11	1,794	0,519	0,322	
0,8	240	560	1,11	0,897	0,279	0,180	394
		600	1,19	0,927	0,290	0,187	
		640	1,27	0,957	0,300	0,194	
	270	540	1,07	1,122	0,345	0,221	311
		580	1,15	1,166	0,359	0,230	
		620	1,23	1,212	0,373	0,239	
	300	560	1,11	1,466	0,442	0,280	252
		580	1,15	1,501	0,452	0,287	
		600	1,19	1,537	0,462	0,293	

\* Motor al tercer pis



**Taula B 5.** Estructura de dos pisos\* amb bigues simples d'acer i 2 columnes

Columnes		Biga doble		Períodes propi (s)		Tensions màximes (MPa)
Gruix (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Massa (kg)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	
0,5	170	160	0,85	1,089	0,308	436
		190	1,01	1,237	0,349	
		220	1,16	1,432	0,391	
	180	160	0,85	1,300	0,358	389
		190	1,01	1,535	0,410	
		220	1,16	1,903	0,467	
	190	160	0,85	1,597	0,419	349
		190	1,01	2,040	0,488	
		220	1,16	3,157	0,568	
	190	180	0,95	0,893	0,266	419
		200	1,06	0,944	0,283	
		220	1,16	1,000	0,301	
0,6	205	190	1,01	1,110	0,326	360
		210	1,11	1,189	0,348	
		230	1,22	1,277	0,372	
	220	220	1,16	1,564	0,433	312
		230	1,22	1,644	0,449	
		240	1,27	1,735	0,466	
	220	200	1,06	0,799	0,245	364
		220	1,16	0,836	0,259	
		240	1,27	0,874	0,272	
	250	230	1,22	1,314	0,389	282
		250	1,32	1,405	0,413	
		270	1,43	1,509	0,437	
0,7	270	240	1,27	1,770	0,490	242
		260	1,38	1,960	0,524	
		280	1,48	2,208	0,559	
	220	210	1,11	0,670	0,210	417
		235	1,24	0,703	0,222	
		260	1,38	0,735	0,235	
	240	220	1,16	0,811	0,253	350
		245	1,30	0,853	0,269	
		270	1,43	0,897	0,284	
	260	240	1,27	1,004	0,312	298
		260	1,38	1,050	0,327	
		280	1,48	1,099	0,343	
0,8	230	220	1,16	0,589	0,187	429
		250	1,32	0,619	0,199	
		280	1,48	0,649	0,211	
	250	240	1,27	0,711	0,227	363
		260	1,38	0,736	0,236	
		280	1,48	0,761	0,246	
	270	260	1,38	0,857	0,273	311
		280	1,48	0,889	0,285	
		300	1,59	0,921	0,296	

\* Motor al segon pis





**Taula B 6.** Estructura de dos pisos\* amb bigues dobles d'acer i 3 columnes

Columnes		Biga doble		Períodes propi (s)		Tensions màximes (MPa)
Gruix (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Massa (kg)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	
0,5	170	340	1,71	1,226	0,360	436
		360	1,81	1,307	0,377	
		380	1,91	1,401	0,395	
	180	340	1,71	1,529	0,419	389
		360	1,81	1,675	0,441	
		380	1,91	1,861	0,464	
	190	340	1,71	2,058	0,492	349
		360	1,81	2,423	0,521	
		380	1,91	3,055	0,553	
	190	380	1,91	0,978	0,310	419
		410	2,06	1,038	0,326	
		440	2,21	1,103	0,343	
0,6	205	400	2,01	1,266	0,382	360
		440	2,21	1,407	0,411	
		480	2,41	1,584	0,443	
	220	400	2,01	1,640	0,457	312
		440	2,21	1,924	0,497	
		480	2,41	2,375	0,541	
	210	420	2,11	0,870	0,284	400
		460	2,31	0,924	0,301	
		480	2,41	0,953	0,310	
	230	440	2,21	1,120	0,355	333
		470	2,36	1,184	0,371	
		500	2,51	1,253	0,388	
0,7	260	440	2,21	1,641	0,474	261
		470	2,36	1,798	0,501	
		500	2,51	1,994	0,529	
	220	440	2,21	0,722	0,242	417
		470	2,36	0,749	0,252	
		500	2,51	0,776	0,261	
	240	460	2,31	0,887	0,293	350
		490	2,46	0,923	0,305	
		520	2,61	0,961	0,317	
	260	480	2,41	1,097	0,355	298
		510	2,56	1,150	0,369	
		540	2,71	1,205	0,384	
0,8	230	480	2,41	0,645	0,220	429
		510	2,56	0,666	0,227	
		540	2,71	0,686	0,235	
	250	490	2,46	0,765	0,259	363
		520	2,61	0,791	0,268	
		550	2,76	0,818	0,277	
	270	500	2,51	0,906	0,303	311
		530	2,66	0,940	0,314	
		560	2,81	0,975	0,324	

\* Motor al segon pis



**Taula B 7.** Estructura d'un pis amb biga doble d'acer i 2 columnes

Columnes		Biga		Resposta	
Gruix (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Massa (kg)	Període propi (s)	Tensions màximes (MPa)
0,5	170	200	2,18	1,184	436
		235	2,56	1,477	
		270	2,94	1,992	
	185	200	2,18	1,810	368
		225	2,44	2,501	
		250	2,72	5,339	
	200	170	1,86	2,266	315
		185	2,02	3,049	
		200	2,18	5,868	
0,6	190	200	2,18	0,825	419
		235	2,56	0,929	
		270	2,94	1,051	
	220	200	2,18	1,284	312
		235	2,56	1,570	
		270	2,94	2,032	
	250	180	1,962	2,030	242
		205	2,24	2,798	
		230	2,50	5,787	
0,7	200	200	2,18	0,617	441
		235	2,56	0,673	
		270	2,94	0,733	
	250	200	2,18	1,042	282
		235	2,56	1,191	
		270	2,94	1,374	
	300	200	2,18	2,062	196
		235	2,56	3,010	
		270	2,94	10,733	
0,8	230	200	2,18	0,606	381
		235	2,56	0,657	
		270	2,94	0,710	
	265	200	2,18	0,815	287
		235	2,56	0,898	
		270	2,94	0,989	
	300	200	2,18	1,102	224
		235	2,56	1,251	
		270	2,94	1,430	
0,9	250	200	2,18	0,555	363
		235	2,56	0,598	
		270	2,94	0,642	
	275	200	2,18	0,667	300
		235	2,56	0,724	
		270	2,94	0,782	
	300	200	2,18	0,797	252
		235	2,56	0,872	
		270	2,94	0,952	



**Taula B 8.** Estructura d'un pis amb biga doble d'alumini i 2 columnes

Columnes		Biga		Resposta	
Gruix (mm)	Longitud (mm)	Longitud (mm)	Massa (kg)	Període propi (s)	Tensions màximes (MPa)
0,5	170	200	0,84	0,646	436
		250	1,04	0,708	
		300	1,26	0,774	
	200	200	0,84	0,971	315
		250	1,04	1,106	
		300	1,26	1,273	
	230	200	0,84	1,607	238
		250	1,04	2,097	
		300	1,26	3,239	
0,6	200	200	0,84	0,589	378
		250	1,04	0,637	
		300	1,26	0,687	
	250	200	0,84	0,976	242
		250	1,04	1,092	
		300	1,26	1,228	
	300	200	0,84	1,790	168
		250	1,04	2,296	
		300	1,26	3,364	
0,7	200	200	0,84	0,430	441
		250	1,04	0,459	
		300	1,26	0,487	
	250	200	0,84	0,655	282
		250	1,04	0,707	
		300	1,26	0,761	
	300	200	0,84	0,977	196
		250	1,04	1,080	
		300	1,26	1,195	
0,8	220	200	0,84	0,398	417
		250	1,04	0,423	
		300	1,26	0,448	
	260	200	0,84	0,536	298
		250	1,04	0,572	
		300	1,26	0,609	
	300	200	0,84	0,704	224
		250	1,04	0,759	
		300	1,26	0,815	
0,9	230	200	0,84	0,350	429
		250	1,04	0,370	
		300	1,26	0,390	
	265	200	0,84	0,445	323
		250	1,04	0,473	
		300	1,26	0,500	
	300	200	0,84	0,555	252
		250	1,04	0,592	
		300	1,26	0,628	







## Annex C. Resposta del sistema

En aquest Annex es recull el comportament de diferents sistemes utilitzant els elements estructurals dissenyats i els paràmetres d'excitació definits. Aquest Annex és un complement de l'apartat 7 de resposta del sistema del projecte.

La relació de les estructures a escala estudiades en aquest Annex és la següent:

C 1. Cas harmònic .....	98
C 1.1. Estructures d'un grau de llibertat.....	98
C 1.2. Estructures de dos graus de llibertat.....	98
C 1.3. Estructures de tres graus de llibertat.....	101
C 2. Cas impulsional: ràfega de vent.....	105
C 2.1. Estructures de dos graus de llibertat.....	105
C 2.2. Estructures de tres graus de llibertat.....	108
C 3. Cas impulsional: explosió.....	109
C 3.1. Estructures de dos graus de llibertat.....	109
C 3.2. Estructures de tres graus de llibertat.....	114



## C 1. Cas harmònic

### C 1.1. Estructures d'un grau de llibertat

#### C 1.1.1 Biga doble d'alumini (3 columnes)

Ajustant la freqüència d'excitació del motor a  $\omega_{\text{exc}} = 11,6 \text{ s}^{-1}$ , l'amplitud màxima del moviment sinusoidal és  $U_{\text{màx}} = 4,05 \text{ cm}$  i el període d'oscil·lació del sistema  $T_{\text{sist}} = 0,54$ . Es compleixen, doncs, els requisits establerts al plec de condicions.

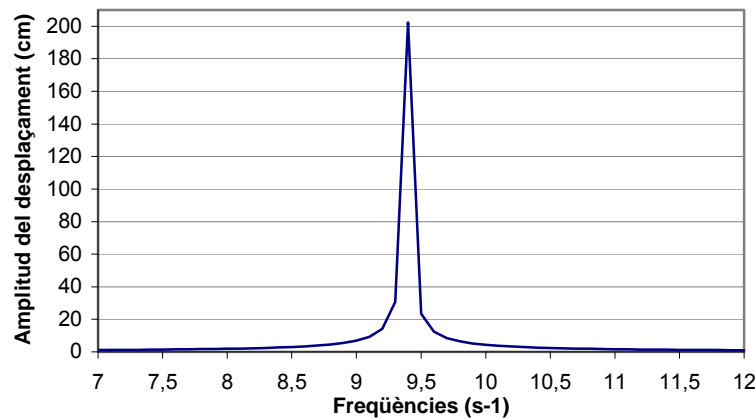


Fig. C 1. Amplitud vers freqüència d'excitació

### C 1.2. Estructures de dos graus de llibertat

#### C 1.2.1 Bigues dobles d'acer (3 columnes)

Dades d'entrada				
Columnes	Massa	0,041	kg	
	Longitud	0,25	m	
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m²	
	Inèrcia	8,58E-13	m⁴	
Bigues		Massa	2,473	kg
Motor excèntric	Massa total	1,1	kg	
	Velocitat angular	4,1	s⁻¹	
	Mexc=	0,15	kg	
	Dexc=	0,045	m	
Matriu de Masses [M]		2,596	0	
		0	3,696	
Matriu de Rigidesa [K]		371,538144	-246,8893	
		-246,889296	246,8893	
Freqüències i períodes pròpis		$\omega_1 = 4,0731417 \text{ s}^{-1}$	$T_1 = 1,543 \text{ s}$	
		$\omega_2 = 13,904245 \text{ s}^{-1}$	$T_2 = 0,452 \text{ s}$	
Matriu modal del sistema [ $\phi$ ]		0,330805068	0,5251438	
		0,440113421	-0,277242	
(Vectors modals del sistema per columnes)				
Desplaçaments (cm)		$U1 = 2,3137627 \cdot \sin ( 4,1 \cdot t + 4,3963 )$ $U2 = 3,0736937 \cdot \sin ( 4,1 \cdot t + 4,4018 )$		

Fig. C 2. Sistema i resposta del full de càlcul



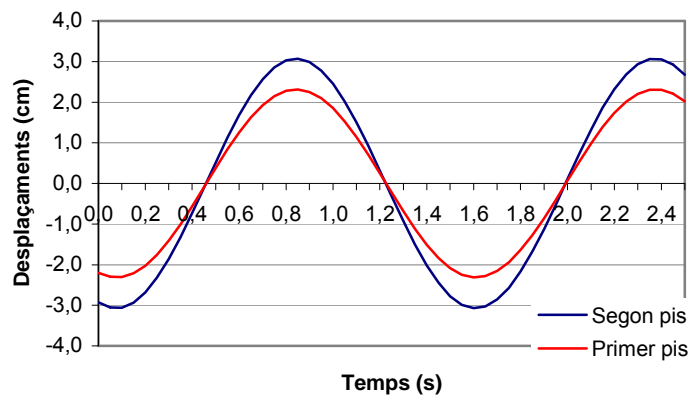


Fig. C 3. Amplitud vers temps

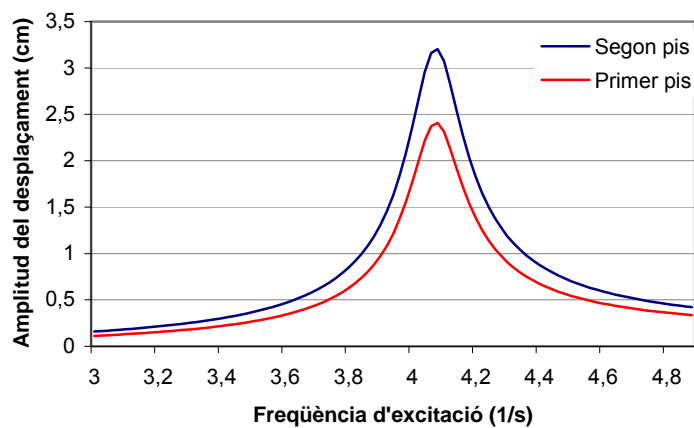


Fig. C 4. Amplitud vers freqüència d'excitació

S'ha considerat un esmorteïment de l'1% que fa que, junt amb la discretització pròpia del programari utilitzat i regressió, la corba no sigui asimptòtica.

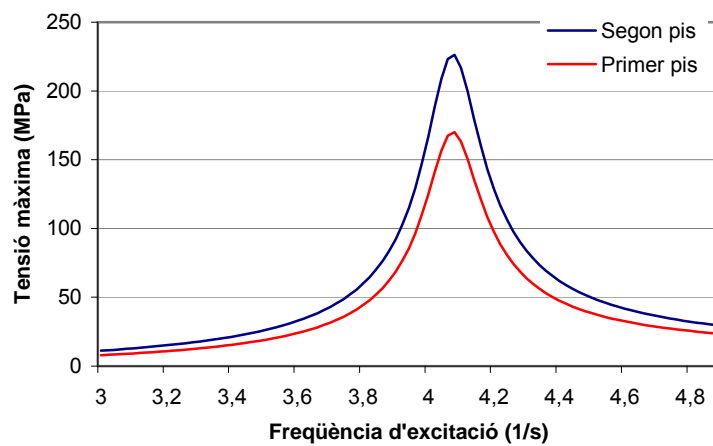
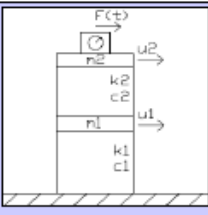


Fig. C 5. Tensió màxima a les columnes vers freqüència d'excitació



### C 1.2.2 Bigues dobles d'alumini (2 columnes)

<b>Dades d'entrada</b>					
Columnes	Massa	0,041	kg		
	Longitud	0,25	m		
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>		
Bigues	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>		
	Massa	0,974	kg		
Motor excèntric	Massa total	1,1	kg		
	Velocitat angular	5,55	s <sup>-1</sup>		
	Mexc=	0,23	kg		
	Dexc=	0,03	m		

Matriu de Masses [M]	1,056	0
	0	2,156

Matriu de Rigidesa [K]	308,467008	-179,095968
	-179,095968	179,095968

Freqüències i períodes pròpis

$\omega_1 = 5,425357775 \text{ s}^{-1}$	$T_1 = 1,16 \text{ s}$
$\omega_2 = 18,59416664 \text{ s}^{-1}$	$T_2 = 0,34 \text{ s}$

Matriu modal del sistema $[\phi]$	0,400712774	0,88679139
	0,62062469	-0,28044052

(Vectors modals del sistema per columnes)

Desplaçaments (cm)	$U1 = 2,490634478 \cdot \sin ( 5,6 \cdot t + 4,01 )$ $U2 = 3,838880344 \cdot \sin ( 5,6 \cdot t + 4,02 )$
--------------------	--

Fig. C 6. Sistema i resposta del full de càlcul

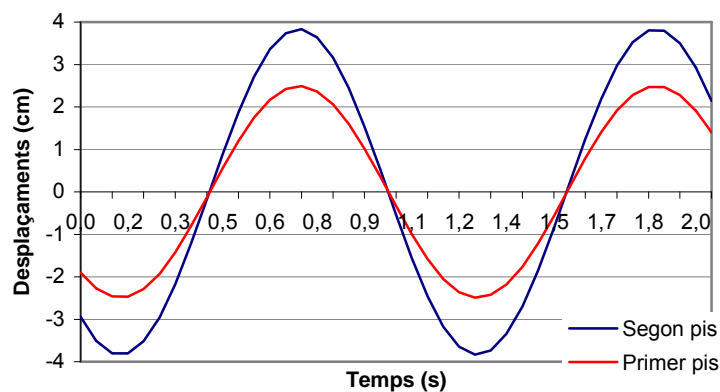


Fig. C 7. Amplitud vers temps

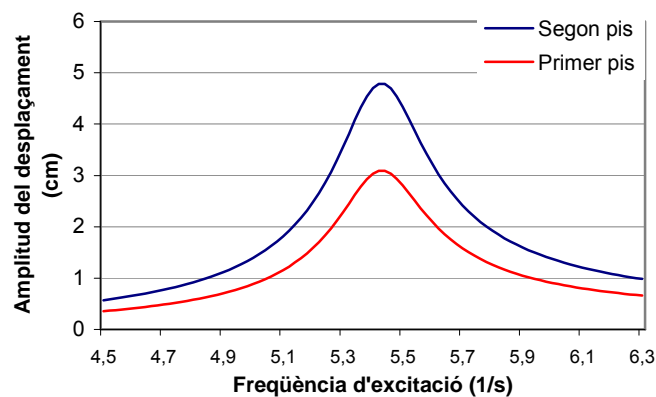


Fig. C 8. Amplitud vers freqüència d'excitació





S'ha considerat un esmorteïment de l'1% que fa que, junt amb la discretització pròpia del programari utilitzat i regressió, la corba no sigui asimptòtica.

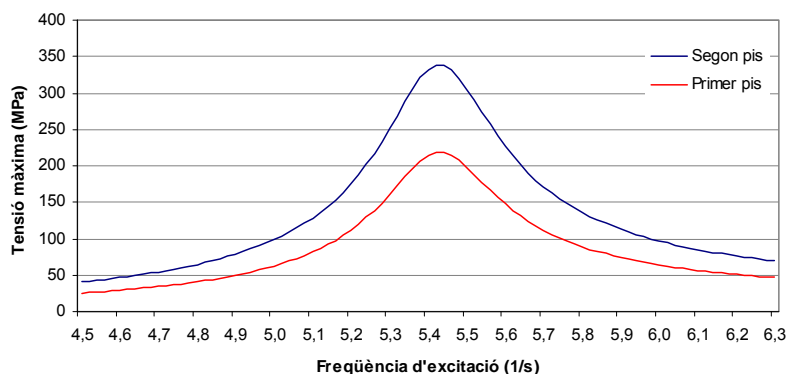


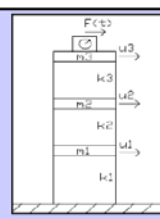
Fig. C 9. Tensió màxima a les columnes vers freqüència d'excitació

### C 1.3. Estructures de tres graus de llibertat

#### C 1.3.1 Bigues simples d'alumini (2 columnes)

##### Dades d'entrada

Dades d'entrada				
Columnes	Massa	0,041	kg	
	Longitud	0,25	m	
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>	
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>	
Bigues		Massa	0,5	kg
Motor excèntric	Massa total	1,1	kg	
	Velocitat angular	18,2	s <sup>-1</sup>	
	Mexc=	0,15	kg	
	Dexc=	0,045	m	



Matriu de Masses [M]	0,582	0	0
	0	0,582	0
	0	0	1,682

Matriu de Rigidesa [K]	320,615712	-174,01046	0
	-174,010464	375,426144	-201,4157
	0	-201,41568	201,4157

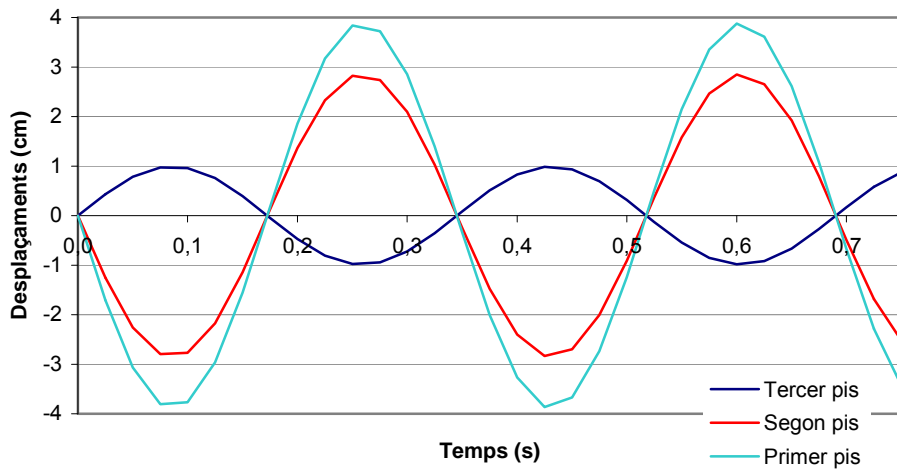
Freqüències i períodes pròpis	$\omega_1 = 5,20561931 \text{ s}^{-1}$	$T_1 = 1,207 \text{ s}$
	$\omega_2 = 18,9052044 \text{ s}^{-1}$	$T_2 = 0,332 \text{ s}$
	$\omega_3 = 30,5154176 \text{ s}^{-1}$	$T_3 = 0,206 \text{ s}$

Matriu modal del sistema $[\phi]$	0,337010962	0,99773867	0,794829
	0,590400729	0,6456528	-1,011004
	0,659256348	-0,3253209	0,149198

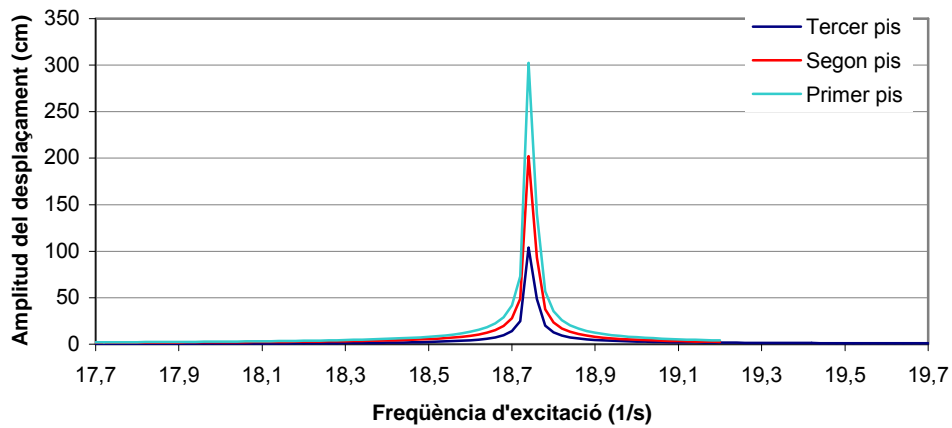
Desplaçaments (cm)	u1 = -3,8896887	sin	18 t
	u2 = -2,8574982	sin	18 t
	u3 = 0,98939629	sin	18 t

Fig. C 10. Sistema i resposta del full de càlcul

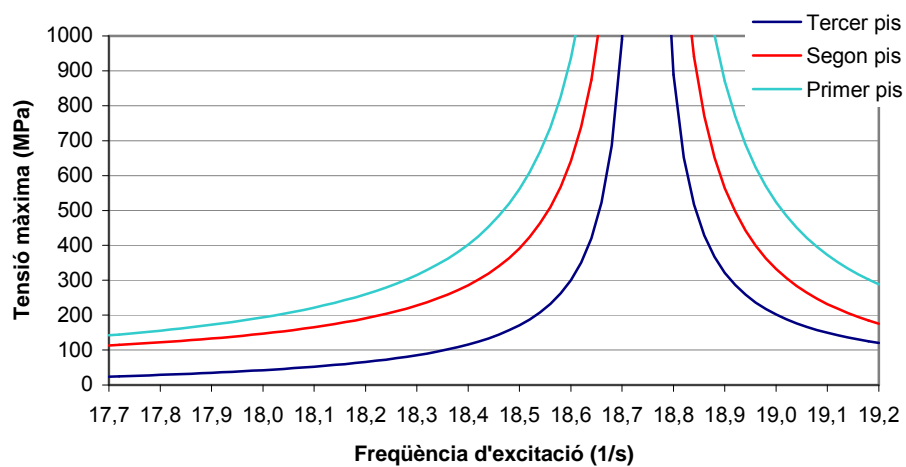




**Fig. C 11.** Amplitud vers temps



**Fig. C 12.** Amplitud vers freqüència d'excitació



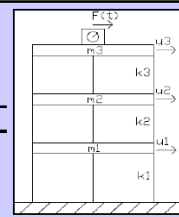
**Fig. C 13.** Tensió màxima a les columnes vers freqüència d'excitació



## C 1.3.2 Bigues dobles d'alumini (3 columnes)

**Dades d'entrada**

<b>Columnes</b>	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
<b>Bigues</b>	Massa	0,974	kg
<b>Motor excèntric</b>	Massa total	1,1	kg
	Velocitat angular	17,1	s <sup>-1</sup>
	Mexc=	0,15	kg
	Dexc=	0,045	m



Matriu de Masses [M]	1,097	0	0
	0	1,097	0
	0	0	2,197

Matriu de Rigidesa [K]	479,981808	-265,81867	0
	-265,818672	583,29288	-317,474208
	0	-317,47421	317,474208

Frequències i períodes pròpis	$\omega_1 = 5,32099356 \text{ s}^{-1}$	$T_1 = 1,181 \text{ s}$
	$\omega_2 = 17,6711801 \text{ s}^{-1}$	$T_2 = 0,356 \text{ s}$
	$\omega_3 = 27,8060553 \text{ s}^{-1}$	$T_3 = 0,226 \text{ s}$

Matriu modal del sistema $[\phi]$	0,301230547	0,74006996	0,54039198
	0,508727104	0,38259584	-0,74851238
	0,529748272	-0,3295428	0,17204911

Desplaçaments (cm)	$u_1 = -4,1065388$	$\sin$	$17 t$
	$u_2 = -2,4595487$	$\sin$	$17 t$
	$u_3 = 1,79555479$	$\sin$	$17 t$

Fig. C 14. Sistema i resposta del full de càlcul

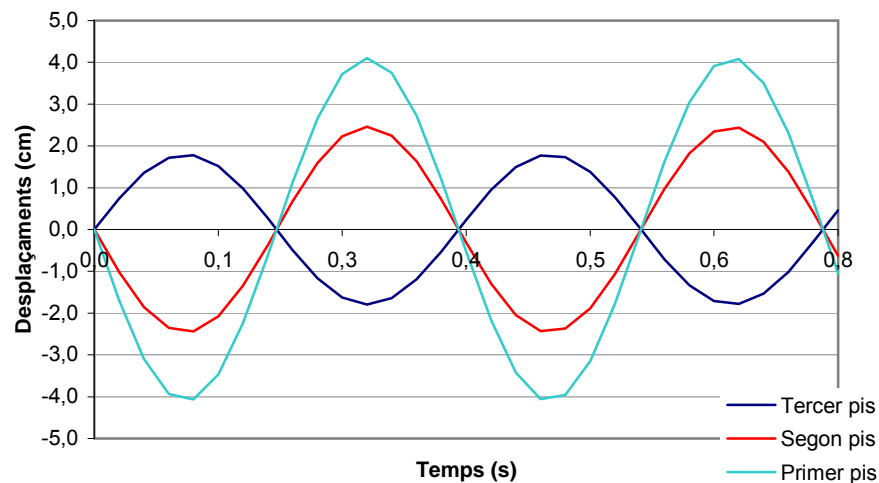
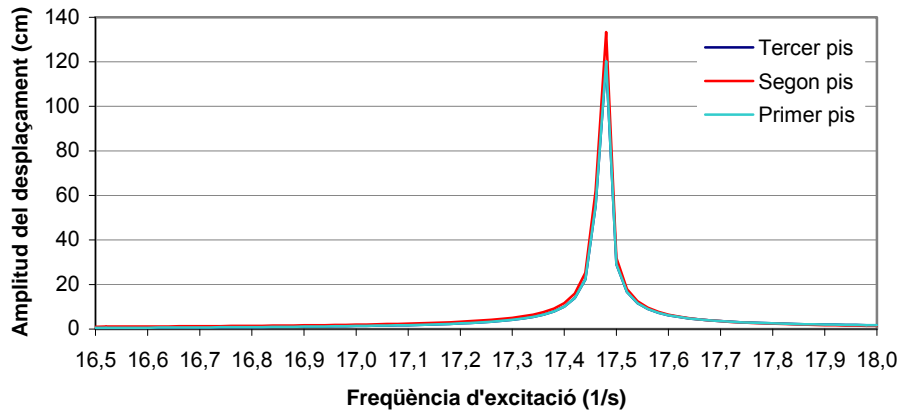
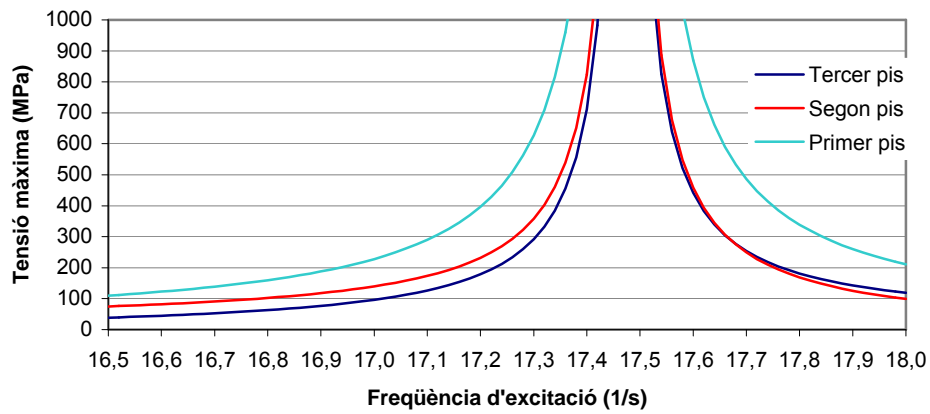


Fig. C 15. Amplitud vers temps





**Fig. C 16.** Amplitud vers freqüència d'excitació



**Fig. C 17.** Tensió màxima a les columnes vers freqüència d'excitació



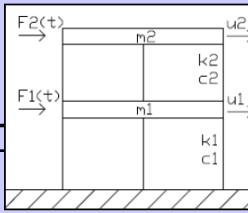
## C 2. Cas impulsional: ràfega de vent

### C 2.1. Estructures de dos graus de llibertat

#### C 2.1.1 Bigues dobles d'acer (3 columnes)

##### Dades d'entrada

<b>Columnes</b>	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
	Esmorteïment	0,01	
<b>Bigues</b>	Massa	2,473	kg
<b>Força del vent</b> (amplitud de la ona concentrada al cantell de la biga)	1r pis	0	N
	2n pis	5	N



$$\text{Matriu de Masses [M]} = \begin{vmatrix} 2,555 & 0 \\ 0 & 2,555 \end{vmatrix}$$

$$\text{Matriu de Rigidesa [K]} = \begin{vmatrix} 475,131744 & -298,686096 \\ -298,686096 & 298,686096 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} \text{Freqüències i períodes pròpis} \quad \omega_1 &= 5,434760453 \text{ s}^{-1} & T_1 &= 1,16 \text{ s} \\ \omega_2 &= 16,5326194 \text{ s}^{-1} & T_2 &= 0,38 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\text{Matriu modal del sistema:} \quad [\phi] = \begin{vmatrix} 0,374513041 & 0,501128 \\ 0,501128142 & -0,374513 \end{vmatrix}$$

$$[\phi]^T = \begin{vmatrix} 0,374513041 & 0,501128 \\ 0,501128142 & -0,374513 \end{vmatrix}$$

$$\text{Matrius en base modal:} \quad [M]_{\phi} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$[K]_{\phi} = \begin{vmatrix} 29,53662118 & 0 \\ 0 & 273,3275 \end{vmatrix}$$

$$[C]_{\phi} = \begin{vmatrix} 0,108695209 & 0 \\ 0 & 0,330652 \end{vmatrix}$$

$$\text{Desplaçaments màxims (cm)} \quad \begin{aligned} U_1 &= 3,10555136 \\ U_2 &= 4,755409234 \end{aligned}$$

$$\text{Velocitats màxims (cm/s)} \quad \begin{aligned} V_1 &= 5,931090702 \\ V_2 &= 8,566177717 \end{aligned}$$

$$\text{Acceleracions màxims (cm/s}^2\text{)} \quad \begin{aligned} A_1 &= 0,224108523 \\ A_2 &= 0,222977665 \end{aligned}$$

**Fig. C 18.** Sistema i resposta del full de càlcul





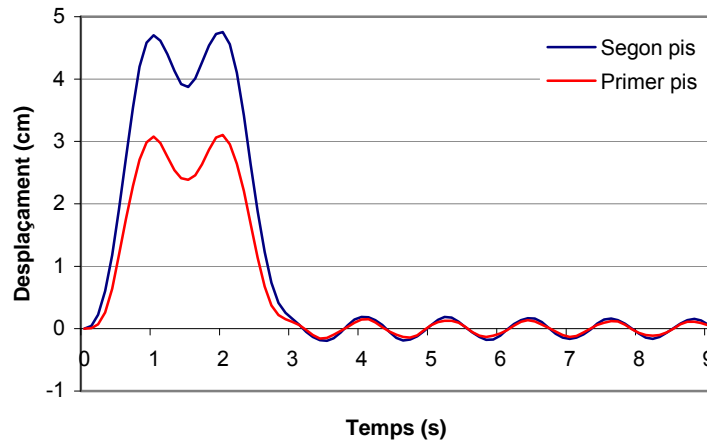
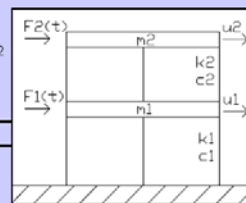


Fig. C 19. Amplitud vers temps

### C 2.1.2 Bigues dobles d'alumini (3 columnes)

#### Dades d'entrada

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
Bigues	Esmorteiment	0,01	
	Massa	0,974	kg
Força del vent (amplitud de la ona concentrada al cantell de la biga)	1r pis	0	N
	2n pis	5,5	N



$$\text{Matriu de Masses [M]} = \begin{bmatrix} 1,056 & 0 \\ 0 & 1,056 \end{bmatrix}$$

$$\text{Matriu de Rigidesa [K]} = \begin{bmatrix} 686,88648 & -369,271008 \\ -369,271008 & 369,271008 \end{bmatrix}$$

Freqüències i períodes pròpis

$$\omega_1 = 10,92793993 \text{ s}^{-1}$$

$$T_1 = 0,57 \text{ s}$$

$$\omega_2 = 29,67708317 \text{ s}^{-1}$$

$$T_2 = 0,21 \text{ s}$$

Matriu modal del sistema:

$$[\Phi] = \begin{bmatrix} 0,535186058 & 0,81274 \\ 0,812739553 & -0,535186 \end{bmatrix}$$

$$[\Phi]^T = \begin{bmatrix} 0,535186058 & 0,81274 \\ 0,812739553 & -0,535186 \end{bmatrix}$$

Matrius en base modal:

$$[M]_{\Phi} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[K]_{\Phi} = \begin{bmatrix} 119,4198711 & 0 \\ 0 & 880,7293 \end{bmatrix}$$

$$[C]_{\Phi} = \begin{bmatrix} 0,218558799 & 0 \\ 0 & 0,593542 \end{bmatrix}$$

Desplaçaments màxims (cm)

$$U1 = 1,881149522$$

$$U2 = 3,418627806$$

Velocitats màxims (cm/s)

$$V1 = 4,040913543$$

$$V2 = 6,177381948$$

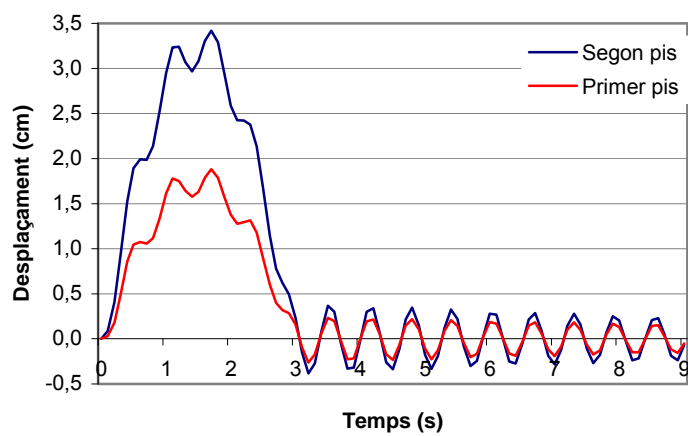
Acceleracions màxims (cm/s<sup>2</sup>)

$$A1 = 0,378706915$$

$$A2 = 0,41504582$$

Fig. C 20. Sistema i resposta del full de càlcul





**Fig. C 21.** Amplitud vers temps



## C 2.2. Estructures de tres graus de llibertat

### C 2.2.1 Bigues dobles d'alumini (2 columnes)

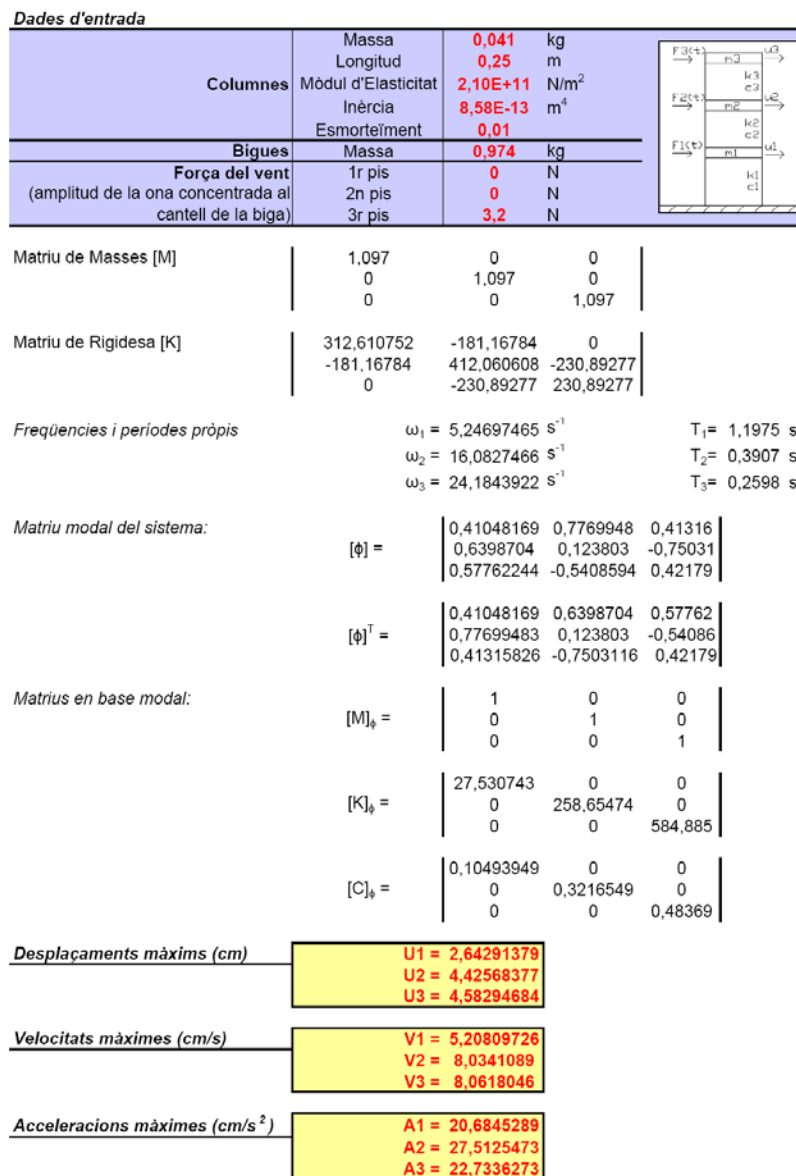


Fig. C 22. Sistema i resposta del full de càlcul

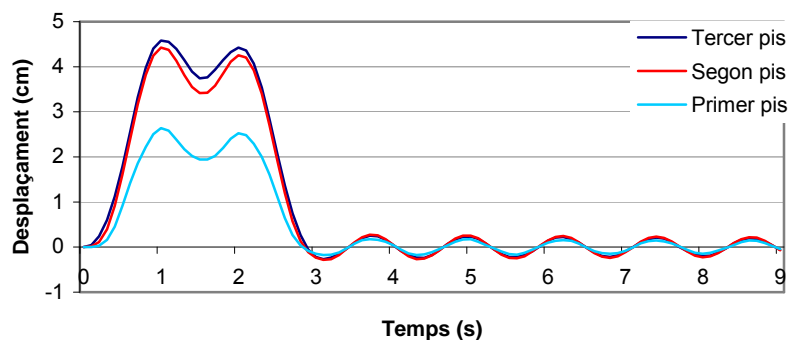


Fig. C 23. Amplitud vers temps



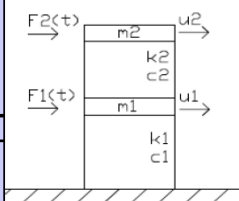
### C 3. Cas impulsional: explosió

#### C 3.1. Estructures de dos graus de llibertat

##### C 3.1.1 Bigues simples d'acer (2 columnes)

###### Dades d'entrada

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
	Esmorteïment	0,01	
Bigues	Massa	1,271	kg
Força de l'explosió (amplitud inicial concentrada al cantell de la biga)	1r pis	0	N
	2n pis	3,5	N



Matriu de Masses [M]	1,353	0
	0	1,353

Matriu de Rigidesa [K]	370,1052	-216,907632
	-216,907632	216,907632

Freqüències i períodes pròpis	$\omega_1 = 6,849182807 \text{ s}^{-1}$	$T_1 = 0,9174 \text{ s}$
	$\omega_2 = 19,67101627 \text{ s}^{-1}$	$T_2 = 0,3194 \text{ s}$

Matriu modal del sistema:	$[\Phi] =$	$\begin{bmatrix} 0,496481742 & 0,701858 \\ 0,701857664 & -0,496482 \end{bmatrix}$
---------------------------	------------	---

$$[\Phi]^T = \begin{bmatrix} 0,496481742 & 0,701858 \\ 0,701857664 & -0,496482 \end{bmatrix}$$

Matrius en base modal:	$[M]_\phi =$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
	$[K]_\phi =$	$\begin{bmatrix} 46,91130513 & 0 \\ 0 & 386,9489 \end{bmatrix}$
	$[C]_\phi =$	$\begin{bmatrix} 0,136983656 & 0 \\ 0 & 0,39342 \end{bmatrix}$

Desplaçaments màxims (cm)	U1 = 3,171756478
	U2 = 4,302792603

Velocitats màxims (cm/s)	V1 = 19,56990895
	V2 = 31,10305986

Acceleracions màxims (cm/s <sup>2</sup> )	A1 = 234,1628952
	A2 = 239,2528762

Fig. C 24. Sistema i resposta del full de càlcul



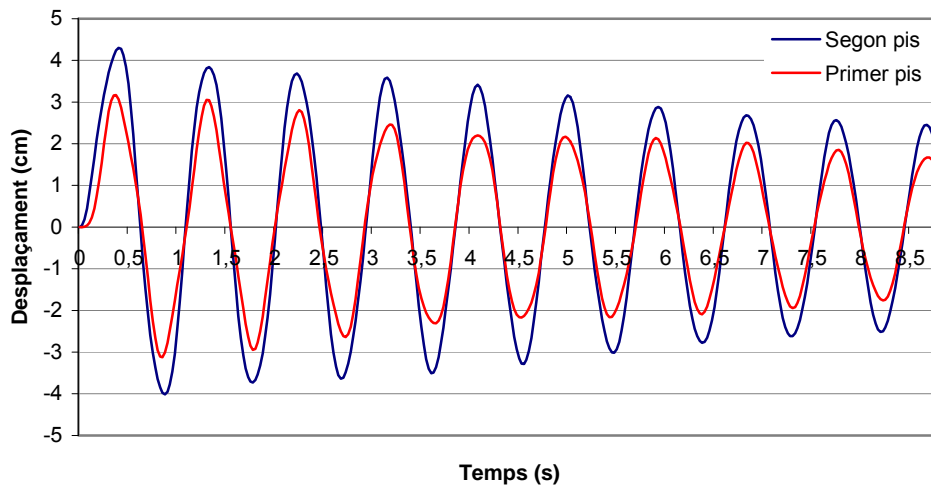
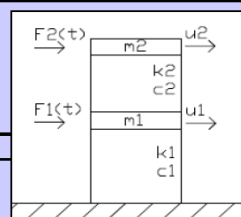


Fig. C 25. Amplitud vers temps

### C 3.1.2 Bigues simples d'alumini (2 columnes)

#### Dades d'entrada

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
Bigues	Esmorteïment	0,01	
	Massa	0,5	kg
Força de l'explosió (amplitud inicial concentrada al cantell de la biga)	1r pis	0	N
	2n pis	4	N



$$\text{Matriu de Masses [M]} = \begin{bmatrix} 0,582 & 0 \\ 0 & 0,582 \end{bmatrix}$$

$$\text{Matriu de Rigidesa [K]} = \begin{bmatrix} 479,019744 & -253,21248 \\ -253,21248 & 253,21248 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \text{Freqüències i períodes pròpis} \quad \omega_1 &= 12,35728949 \text{ s}^{-1} & T_1 &= 0,5085 \text{ s} \\ \omega_2 &= 33,24798288 \text{ s}^{-1} & T_2 &= 0,189 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\text{Matriu modal del sistema:} \quad [\Phi] = \begin{bmatrix} 0,713615258 & 1,09953 \\ 1,099530046 & -0,713615 \end{bmatrix}$$

$$[\Phi]^T = \begin{bmatrix} 0,713615258 & 1,09953 \\ 1,099530046 & -0,713615 \end{bmatrix}$$

$$\text{Matrius en base modal:} \quad [M]_\phi = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[K]_\phi = \begin{bmatrix} 152,7026035 & 0 \\ 0 & 1105,428 \end{bmatrix}$$

$$[C]_\phi = \begin{bmatrix} 0,24714579 & 0 \\ 0 & 0,66496 \end{bmatrix}$$

$$\text{Desplaçaments màxims (cm)} \quad \begin{aligned} U1 &= 3,014962843 \\ U2 &= 4,639245688 \end{aligned}$$

$$\text{Velocitats màxims (cm/s)} \quad \begin{aligned} V1 &= 28,04245329 \\ V2 &= 41,20471996 \end{aligned}$$

$$\text{Acceleracions màxims (cm/s}^2\text{)} \quad \begin{aligned} A1 &= 524,3199903 \\ A2 &= 611,202451 \end{aligned}$$

Fig. C 26. Sistema i resposta del full de càlcul





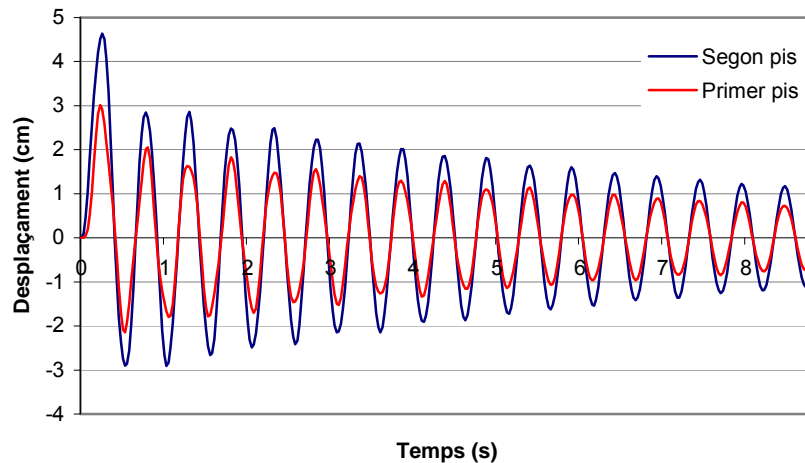
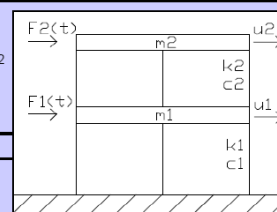


Fig. C 27. Amplitud vers temps

## C 3.1.3 Bigues dobles d'acer (3 columnes)

## Dades d'entrada

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
	Esmorteïment	0,01	
Bigues	Massa	2,473	kg
Força de l'explosió (amplitud inicial concentrada al cantell de la biga)	1r pis	0	N
	2n pis	5	N



Matriu de Masses [M]	2,596	0
	0	2,596

Matriu de Rigidesa [K]	475,131744	-298,686096
	-298,686096	298,686096

Freqüències i períodes pròpis	$\omega_1 = 5,391672626 \text{ s}^{-1}$	$T_1 = 1,165349928 \text{ s}$
	$\omega_2 = 16,40154561 \text{ s}^{-1}$	$T_2 = 0,383084952 \text{ s}$

Matriu modal del sistema:	$[\Phi] = \begin{bmatrix} 0,37154383 & 0,4971551 \\ 0,497155101 & -0,3715438 \end{bmatrix}$
---------------------------	---

$$[\Phi]^T = \begin{bmatrix} 0,37154383 & 0,4971551 \\ 0,497155101 & -0,3715438 \end{bmatrix}$$

Matrius en base modal:	$[M]_{\phi} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
------------------------	---

$$[K]_{\phi} = \begin{bmatrix} 29,07013371 & 0 \\ 0 & 269,0107 \end{bmatrix}$$

$$[C]_{\phi} = \begin{bmatrix} 0,107833453 & 0 \\ 0 & 0,3280309 \end{bmatrix}$$

Desplaçaments màxims (cm)	U1 = 3,453703723 U2 = 4,336594617
---------------------------	--------------------------------------

Velocitats màxims (cm/s)	V1 = 18,12268528 V2 = 24,64011624
--------------------------	--------------------------------------

Acceleracions màxims (cm/s <sup>2</sup> )	A1 = 152,9105632 A2 = 179,394719
---	-------------------------------------

Fig. C 28. Sistema i resposta del full de càlcul



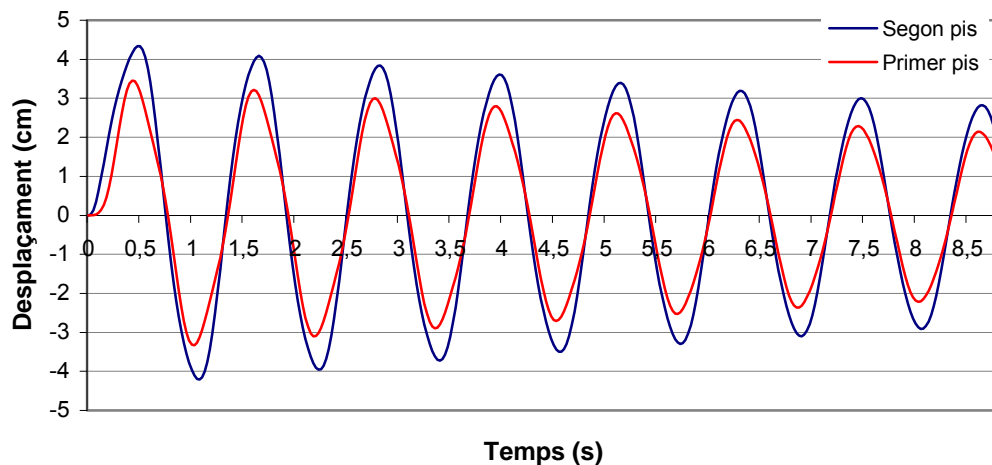
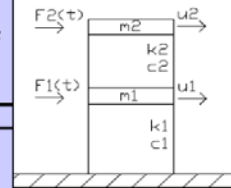


Fig. C 29. Amplitud vers temps

#### C 3.1.4 Bigues dobles d'alumini (2 columnes)

##### Dades d'entrada

Columnes	Massa	0,041	kg
	Longitud	0,25	m
	Mòdul d'Elasticitat	2,10E+11	N/m <sup>2</sup>
	Inèrcia	8,58E-13	m <sup>4</sup>
Bigues	Esmorteïment	0,01	
	Massa	0,974	kg
Força de l'explosió (amplitud inicial concentrada al cantell de la biga)	1r pis	0	N
	2n pis	4	N



$$\text{Matriu de Masses [M]} = \begin{bmatrix} 1,056 & 0 \\ 0 & 1,056 \end{bmatrix}$$

$$\text{Matriu de Rigidesa [K]} = \begin{bmatrix} 412,060608 & -230,892768 \\ -230,892768 & 230,892768 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \text{Freqüències i períodes pròpis} \quad \omega_1 &= 8,339996235 \text{ s}^{-1} & T_1 &= 0,7534 \text{ s} \\ \omega_2 &= 23,22287292 \text{ s}^{-1} & T_2 &= 0,2706 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\text{Matriu modal del sistema:} \quad [\Phi] = \begin{bmatrix} 0,548232615 & 0,803997 \\ 0,803996702 & -0,548233 \end{bmatrix}$$

$$[\Phi]^T = \begin{bmatrix} 0,548232615 & 0,803997 \\ 0,803996702 & -0,548233 \end{bmatrix}$$

$$\text{Matrius en base modal:} \quad [M]_{\phi} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[K]_{\phi} = \begin{bmatrix} 69,55553719 & 0 \\ 0 & 539,3018 \end{bmatrix}$$

$$[C]_{\phi} = \begin{bmatrix} 0,166799925 & 0 \\ 0 & 0,464457 \end{bmatrix}$$

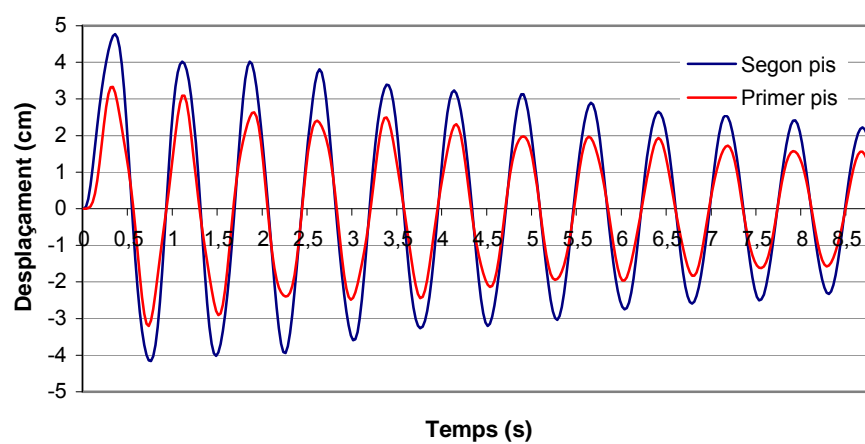
$$\text{Desplaçaments màxims (cm)} \quad \begin{aligned} U_1 &= 3,324359987 \\ U_2 &= 4,769741355 \end{aligned}$$

$$\text{Velocitats màxims (cm/s)} \quad \begin{aligned} V_1 &= 26,02923479 \\ V_2 &= 39,6765887 \end{aligned}$$

$$\text{Acceleracions màxims (cm/s}^2\text{)} \quad \begin{aligned} A_1 &= 356,7913691 \\ A_2 &= 347,2701659 \end{aligned}$$

Fig. C 30. Sistema i resposta del full de càlcul



**Fig. C 31.** Amplitud vers temps

## C 3.2. Estructures de tres graus de llibertat

### C 3.2.1 Bigues simples d'alumini (2 columnes)

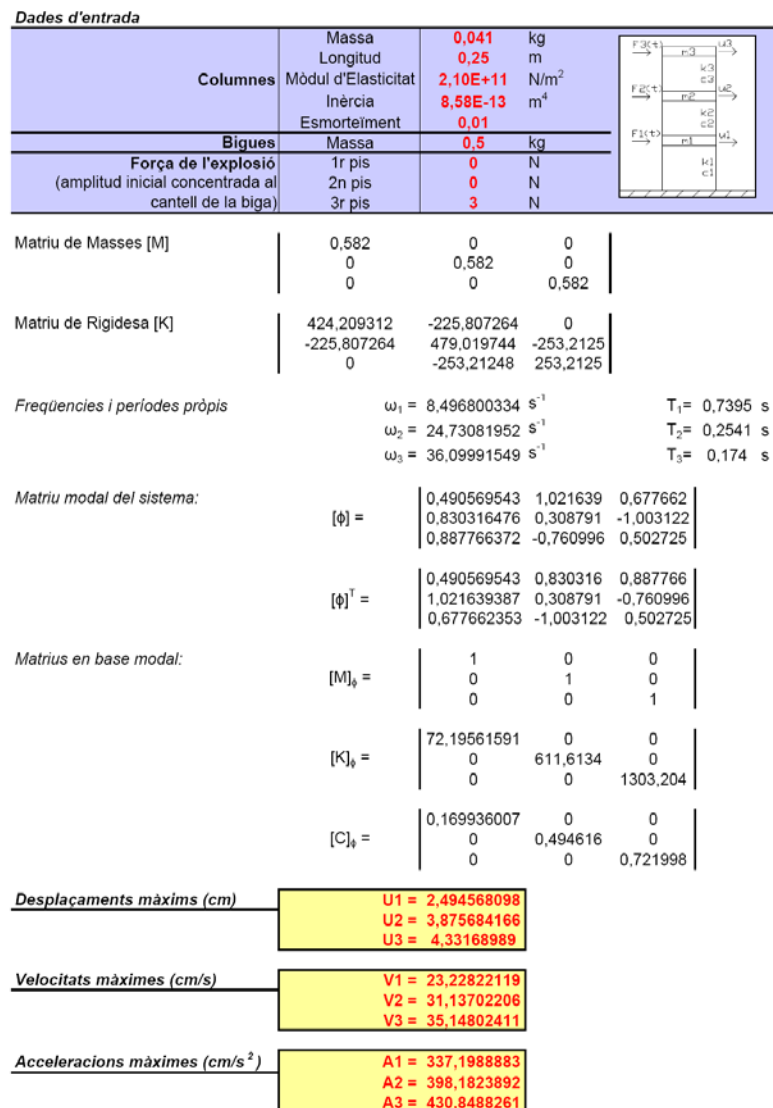


Fig. C 32. Sistema i resposta del full de càlcul

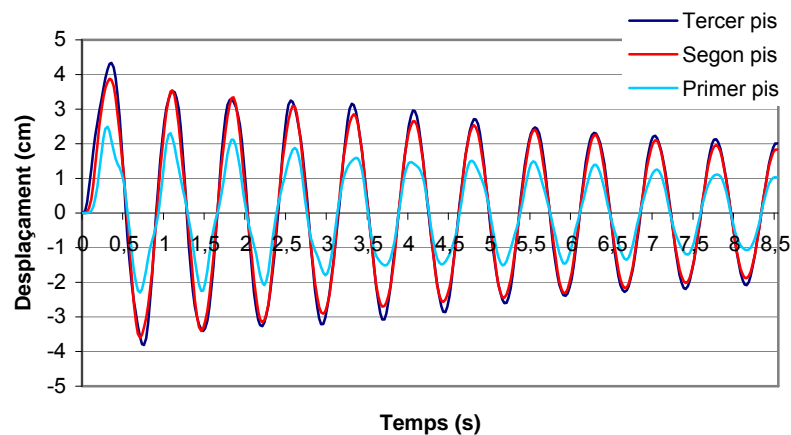


Fig. C 33. Amplitud vers temps



## C 3.2.2 Bigues dobles d'alumini (2 columnes)

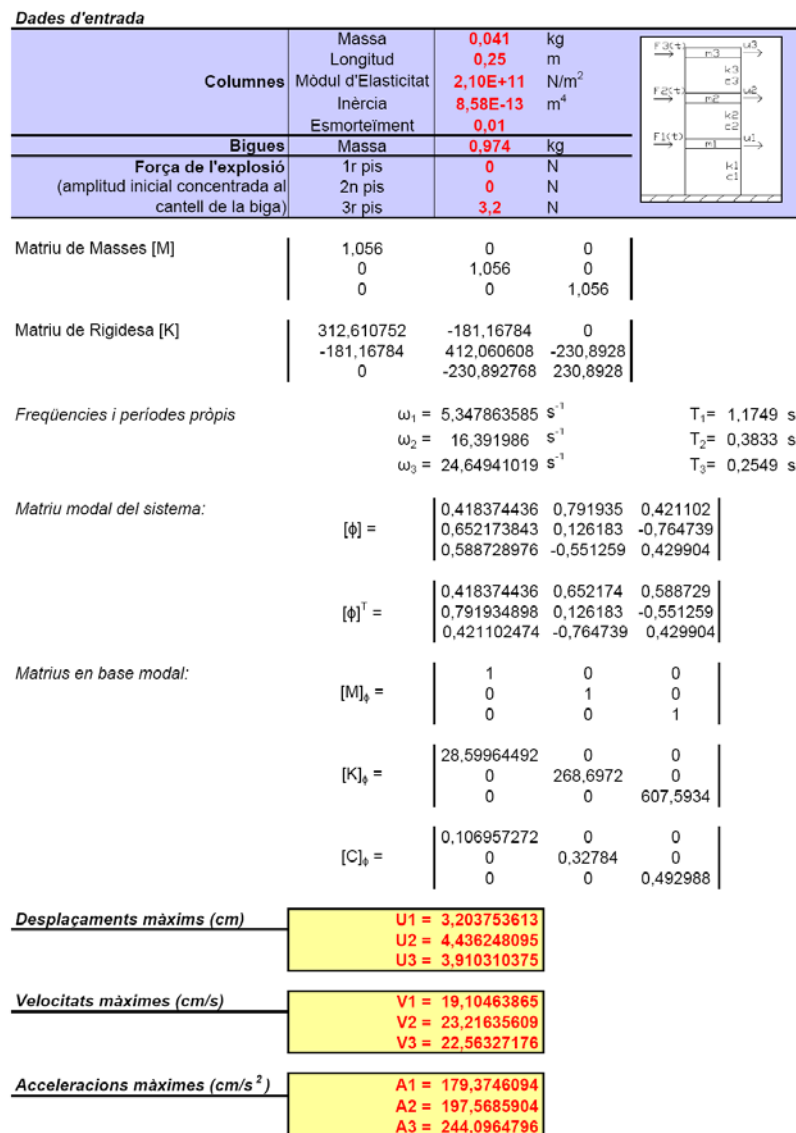


Fig. C 34. Sistema i resposta del full de càlcul

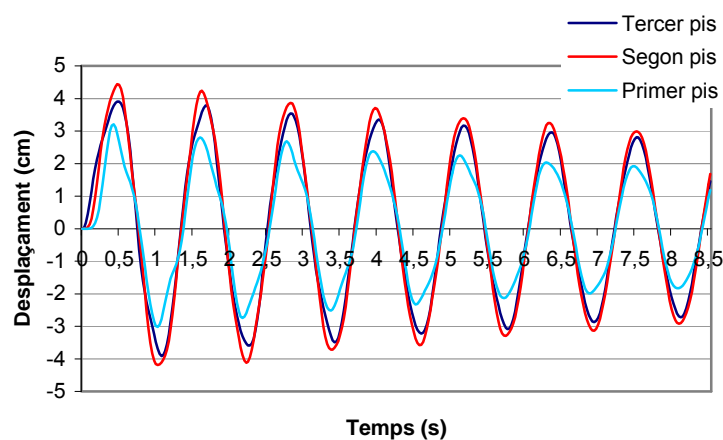


Fig. C 35. Amplitud vers temps





### C 3.2.3 Bigues dobles d'alumini (3 columnes)

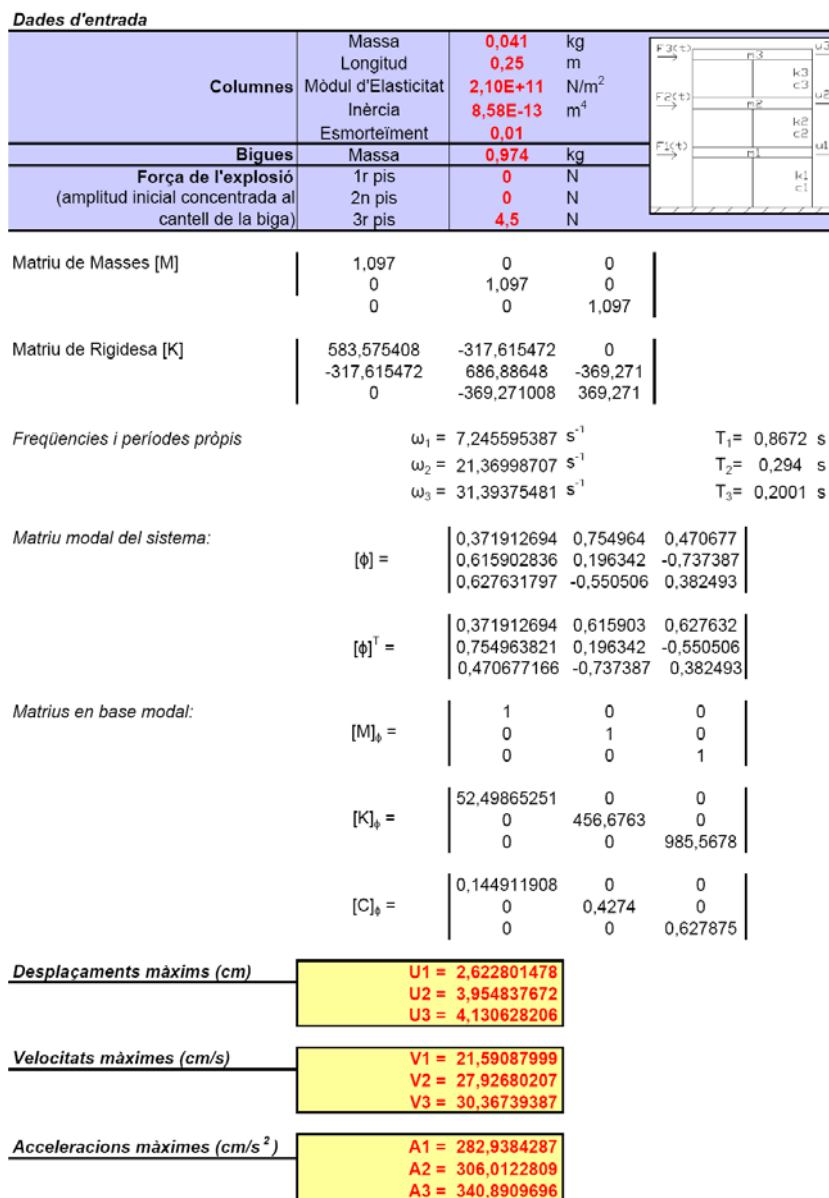


Fig. C 36. Sistema i resposta del full de càlcul

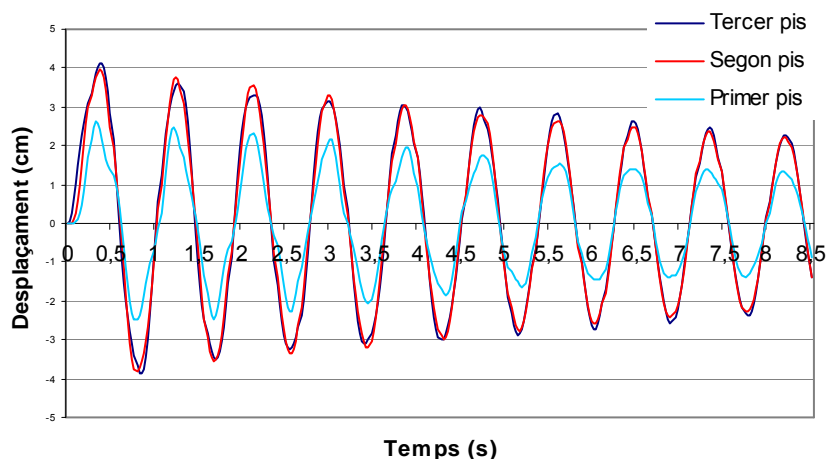


Fig. C 37. Amplitud vers temps



## Annex D. Fitxes tècniques de la instrumentació

En aquest Annex es recullen les especificacions de la instrumentació necessària per a aplicar les excitacions definides per obtenir el comportament dinàmic de les estructures a escala reduïda.

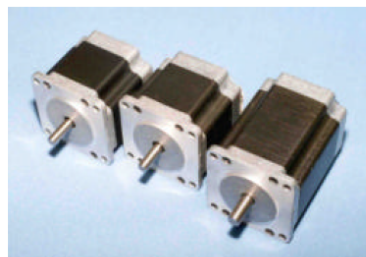
### D 1. Motor pas a pas

#### High performance size 23 hybrid stepper motors HSX series

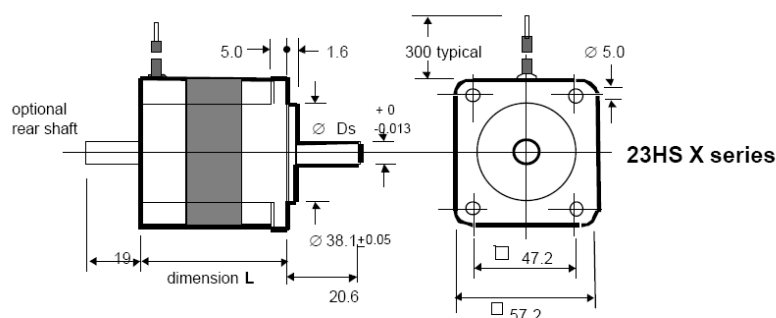
The high performance 23HSX series hybrid stepper motors conform to the international NEMA standard, and provide 200 steps/rev when used with full step drives or 400 steps per revolution in the preferred half step drive mode.

##### Features:

- High energy Neodymium magnets for increased performance
- 50% more torque than conventional hybrid types
- Choice of single or double shaft options
- Optional encoder or parking brake.
- High quality & Economical prices
- Available with a choice of precision planetary gearheads for increased torque and resolution at reduced speed.
- 8 leads provide the choice of Uni-polar or Bi-polar operation
- Non-standard customised executions available to special order
- Wide range of matched drives and control modules enable complete systems to be economically constructed based on 'in-service proven' technology.



##### Dimensions mm



##### Mechanical Specification: 1.8 degree high performance stepper motors

motor type	length 'L' mm	Shaft diameter 'Ds' mm	number of leads	mass Kg	Uni-polar Holding Torque Ncm	Bi-polar Holding Torque Ncm	Rotor Inertia Kgcm <sup>2</sup>
23HSX-102	41	6.35	8	0.5	37	47	0.077
23HSX-202	55	6.35	8	0.7	75	98	0.22
23HSX-206							
23HSX-306	78.5	8.0	8	1.0	125	163	0.34

##### Electrical Specification:

Uni-polar operation				Bi-polar operation	
motor type	Resistance per phase ohms	Current per phase Amps	Inductance per phase mH	Current / phase Series connection Amps	Current / phase Parallel connection Amps
23HSX-102	4.6	1.0	4.6	0.7	1.4 max.
23HSX-202	6.2	1.0	8.8	0.7	1.4 max.
23HSX-206	0.7	3.0	0.9	2.1	4.2 max.
23HSX-306	1.1	3.0	1.7	2.1	4.2 max.

Note Rear shaft may be specified by adding 'E' to part number EXAMPLE: 23HSX-206E

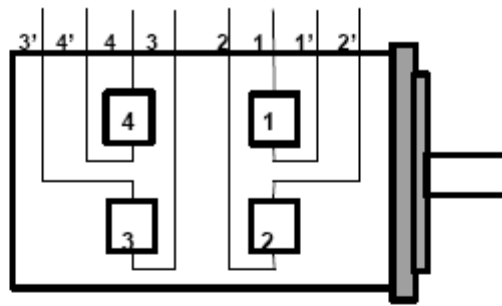
Mclennan Servo Supplies Ltd. Tel: +44 (0)8707 700 700 www.mclennan.co.uk



Fig. D 1. Especificació del motor pas a pas

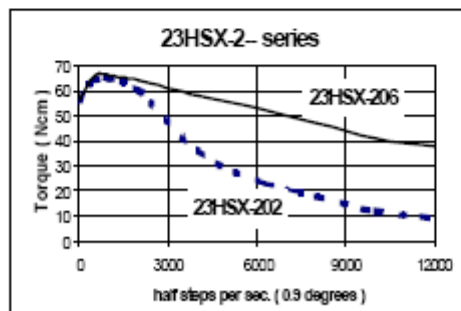
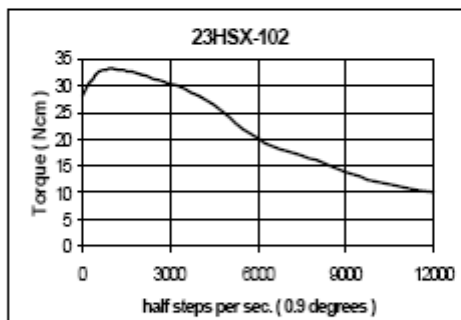


## 23HSX stepper motor lead colours:



Motor Types	lead or terminal identification							
Lead identity	1	1'	2'	2	3	3'	4'	4
23HSX 102 23HSX 202 23HSX 206 23HSX 306	Red	Red/ White	Yellow/ White	Yellow	Orange	Orange/ White	Brown/ White	Brown

## Typical performance



### Performance Curves

Bi-polar operation, coils in parallel

Motor	Current Per phase ( Amps )	Rail Voltage ( Vdc )
23HSX-102	1.4	36
23HSX-202	1.4	36
23HSX-206	4.0	70
23HSX-306	4.0	70

Fig. D 2. Especificació del motor pas a pas



## High performance size 34 hybrid stepper motors HSX series

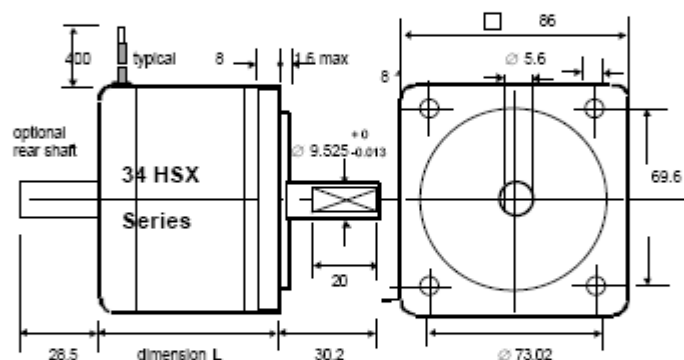
The high performance 34 HSX series hybrid stepper motors conform to the international NEMA standard, and provide 200 steps /rev when used with full step drives or 400 steps per revolution in the preferred half step drive mode.



### Features:

- High energy Neodymium magnets for increased performance
- 50% more torque than conventional hybrid types
- Choice of single or double shaft options
- Optional encoder or parking brake.
- High quality & Economically prices
- Available with a choice of precision planetary gearheads for increased torque and resolution at reduced speed.
- 8 leads provide the choice of Uni-polar or Bi-polar operation
- Non-standard customised executions available to special order
- Wide range of matched drives and control modules enable complete systems to be economically constructed based on 'in-service proven' technology.

### Dimensions mm



### Mechanical Specification: 1.8 degree high performance stepper motors

motor type	Length 'L'	number of leads	Mass	Uni-polar Holding Torque	Bi-polar Holding Torque	Rotor Inertia
	Mm		Kg	Ncm	Ncm	Kgcm <sup>2</sup>
34HSX-108	67	8	1.6	230	280	0.66
34HSX-208	94	8	2.4	380	480	1.20
34HSX-312	125	8	3.6	620	760	1.80

### Electrical Specification:

motor type	Uni-polar operation			Bi-polar operation	
	Resistance per phase ohms	Current per phase Amps	Inductance per phase mH	Current / phase Series connection Amps	Current / phase Parallel connection Amps
34HSX-108	0.55	4.3	2.1	3.0	6.0 Max.
34HSX-208	0.75	4.3	3.5	3.0	6.0 Max.
34HSX-312	0.50	6.4	2.5	4.0	8.5 Max.

Note Rear shaft may be specified by adding 'E' to part number EXAMPLE: 34HSX-208E

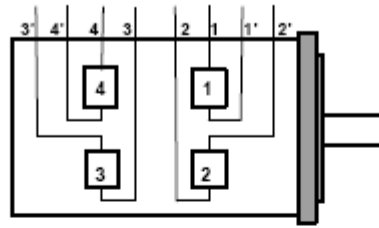
Mclennan Servo Supplies Ltd. Tel: +44 (0)8707 700 700 www.mclennan.co.uk



Fig. D 3. Especificació del motor pas a pas



### 34 HSX stepper motor lead colours:



Motor Types	lead or terminal identification							
Lead identity	1	1'	2'	2	3	3'	4'	4
34HSX 108 34HSX 208 34HSX 312	Red	Red/ White	Yellow/ White	Yellow	Black	Black/ White	Orange/ White	Orange

#### Typical Performance

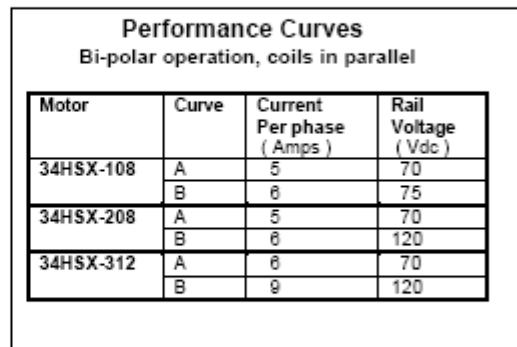
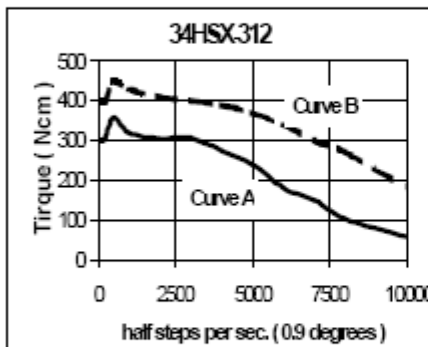
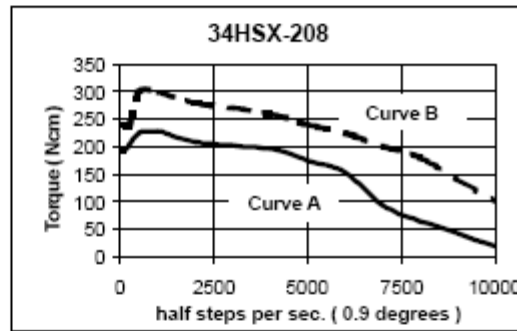
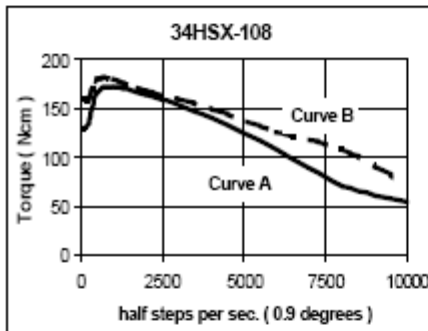


Fig. D 4. Especificació del motor pas a pas



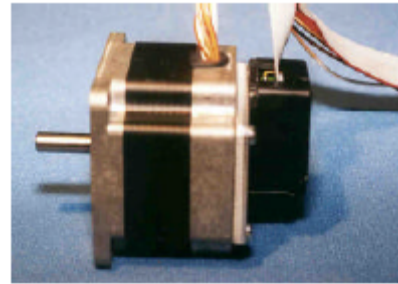


## Hybrid stepper motors with integral encoders HSX series

The 23HSX & 34HSX stepper motors are available fitted with dual track encoders to provide feedback of motor position. Motors thus equipped are therefore ideally suited for use with motion systems employing closed loop controllers such as PM341.

Two encoders types CI & RI series are available, which may be specified with the 23HSX motors & 34HSX types as shown below. Since the controllers monitor each signal transition on each of the encoder's A & B tracks, a line count of 100 ppr provides a measuring resolution of 400 steps/rev while a 500 ppr encoder is used with 2000 step per rev. microstepping drives.

Where customers require an encoder for use with control systems not supplied by Mclennan and which require alternative line counts, the model 'RI' encoder is available with any line count required up to a maximum value of 2,000 ppr. resulting in a measuring resolution of 8,000 steps/rev.



### Encoder signals:

The CI...T encoder provides a 5V TTL output signal and is suitable for instrumentation applications where the encoder is to be sited no further than 5 meters from the measuring electronics.

The CI...L & RI ...L encoders are equipped with a 5V line driver output suitable for industrial installations where the motor-encoder may be up to 50 meters away from the measuring electronics providing the encoder lead is correctly screened.

Dual track output	pulses/rev	index	motor steps/rev	motor type	Encoder type
A B	100	-	400	23HS...	CI 100T
A $\bar{A}$ B $\bar{B}$	100	$\bar{C}$ C	400	23HS...	CI 100L
A B	500	-	2000	23HS...	CI...500T
A $\bar{A}$ B $\bar{B}$	500	$\bar{C}$ C	2000	23HS...	CI 500L
A $\bar{A}$ B $\bar{B}$	100	$\bar{C}$ C	400	34HS...	RI 100L
A $\bar{A}$ B $\bar{B}$	500	$\bar{C}$ C	2000	34HS...	RI 500L

stepper motor fitted with CI Encoder

RI...L encoder

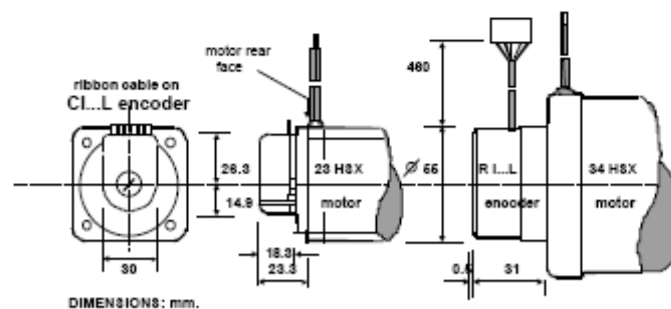


Fig. D 5. Especificació del motor pas a pas




## D 2. Control del motor

# MSE570 EVO 2

## Bipolar Stepper Motor Drive

### Manual


**McLennan**

---

### Specifications

Bipolar stepper motor drive with optional on-board oscillator.  
Pin compatible with Classic (Mk 1) version.

#### Electrical

**Supply:**  
+15 to +42 (+52V max.) smoothed DC unregulated.

**Auxiliary outputs (available for external circuitry):**  
+12V regulated 50mA maximum  
+5V regulated 50mA maximum

**Motor drive output:**  
Bipolar chopped constant current with overload protection. Suitable for driving hybrid or permanent magnet stepper motors with 4,6 or 8 leads.  
Maximum output current 3.5A per phase.  
Output current set by on-board DIP switches or external programming resistor.

**Control inputs:**  
CMOS schmitt trigger inputs operating at +12V with 10KΩ pull-up resistors and diode isolation.  
Logic 0 (low) - 0V to +2V or contact closure to 0V.  
Logic 1 (high) - +9V to +30V maximum or open circuit.

**Monitor outputs:**  
Open collector NPN transistor, referenced to 0V.  
Low level - +1V maximum at 30mA maximum.  
High level - open circuit +24V maximum.

#### Mechanical and physical

**Card size:**  
Eurocard format 160 mm long x 100 mm high x 36 mm wide.

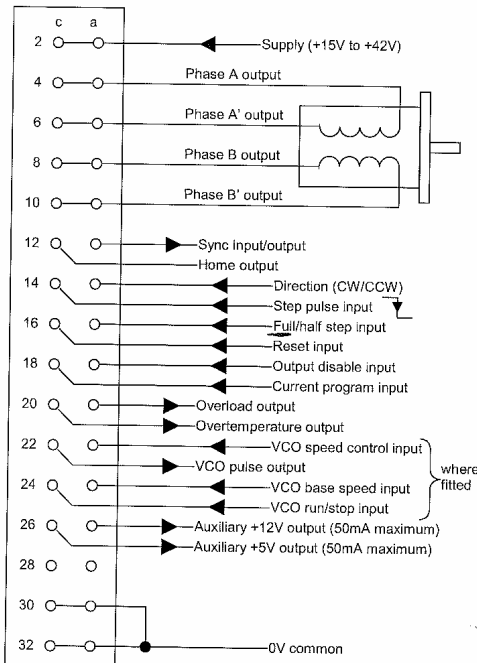
**Weight:**  
120g approximately.

**Connector:**  
32 way a & c DIN41612 type D.

**Operating temperature range:**  
0°C to 40°C maximum ambient.

### External connections

External connections are made via a 32 way a & c DIN41612 type D connector.



#### Supplies

**Pins 2a & 2c**  
Motor supply input. Should be smoothed unregulated between +15V and +42V maximum.

**Pins 28a & 28c**  
Not connected. (Was Logic supply input on Mk1 version).

**Pins 30a & 30c, 32a & 32c**  
0V common.

**Fig. D 6.** Especificació de la placa de control del motor pas a pas



### D 3. Compressor d'aire portàtil

#### CP-102 , 50 PSI Mini Compressor



CP-102 Mini compressor is easy-to-use and is suitable for applying in many kinds of airbrush work.

**Features:**

\*Electric motor: 1/8HP, 110/220V, 60/50Hz.

\*Air displacement: 110V/60Hz, 0.9CFM(25L/min) 240V/50Hz, 0.75cfm (21L/min).

\*Connection: 1/8"

\*Max. pressure: 50psi

\*Electric cable: 1.5M

\*Weight: 6 kgs

\*RPM: 110V/1700, 220V/1400

\*AMP: 110V/1A, 220V/0.5A

---

**Fig. D 7.** Especificació del compressor d'aire portàtil



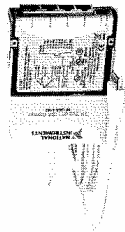
# D 4. Mòdul pels canals de les galgues extensiomètriques

Revisió oferta amb firma Director  
91640085 FALSAL

## Strain- and Bridge-Based Measurements

### NI USB-9237

- Full, half, and quarter-bridge (120/350 Ω) completion<sup>1</sup>
- Bias powered
- Built-in excitation up to 10 V
- Up to 50 kS/s/channel sample rate
- 16-bit resolution with 100 nV/bit for AIQ
- Quick sensor connect with R-50 connectors
- TEO (IEEE 1584.1) compatible
- External excitation input through analog bridge terminal
- Quick single secure accessory
- Windows Vista/7/2000



### Overview

The National Instruments USB-9237 combines performance and portability by making the NI 9237 C-Series module compatible with the bus-powered USB carrier for C-Series modules. This module is ideal for laptop applications because the USB port on the laptop powers all acquisition and sensor excitation.

### High-Speed Measurements

The NI USB-9237 module can take measurements at up to 50 kS/s on four channels simultaneously and continuously stream the data back over a Hi-Speed USB interface to serve applications from static load or fatigue testing to high-speed fracture tests.

### Sensor Compatibility

With full-, half-, and quarter-bridge completion, the USB-9237 can measure a variety of load, force, and torque cells as well as some pressure transducers and most train gauges.<sup>1</sup>

### Safety Isolation

- 30 V of overvoltage protection
- 60 V of CAT I channel-to-earth ground isolation
- 1000 V of transient withstand isolation

<sup>1</sup>Some large signals require accessory.

### Connectivity

The USB-9237 uses four standard RJ-45 connectors for rapid sensor connection. You can add an RJ-45 connector to any sensor using a crimping tool, making sensor removal and insertion as easy as connecting a PC to a network. For screw-terminal connectivity, the NI 9237 accessory kit converts from RJ-45 to 10 screw terminals. RJ-45 cable kits are available in quantities of four 2 m cables and one 10 m cable. For custom sensor wiring, cable kits are available with an RJ-45 connector on one end and 10 signal wires on the other.

### Software

The USB-9237 is shipped with the standard NI-DAQmx bundle that includes Measurement & Automation Explorer (MAX) for configuration and testing, LabVIEW SignalExpress LE for out-of-the-box measurements, logging, and data display, and an API/Driver for languages such as LabVIEW, ANSI C, C#, Visual Basic .NET, Visual Basic 6.0, Measurement Studio, and LabWindows/CVI.

## Strain- and Bridge-Based Measurements

### Specifications

<sup>1</sup>For complete specifications, see the NI USB-9237 User Guide and Specification Manual at [ni.com/manuals](http://ni.com/manuals).

### Input Characteristics

Number of channels	4
Bridge completion	Full and half
Quarter-bridge	Internal
A/D resolution	24 bits
Type of A/D	External
Data signals	Differential (pre-filtering)
Sampling mode	Simultaneous
Strain range	50 kS/s (k = 1, ..., 31)
Data rate (kS/s)	50 kS/s (k = 1, ..., 31)
Master timelapse (internal)	12.8 MHz
Frequency	±100 ppm max
Accuracy	±25 nV/V
Normal full-scale range	2.582 mV/V per LSB
Scaling coefficient	±30 V
Overvoltage protection	Between any two terminals
Accuracy	±0.1%

Excitation	Percent of Range <sup>1</sup>
0.5 V excitation	0.05%
1 V excitation	0.05%
2 V excitation	0.05%
3 V excitation	0.05%
4 V excitation	0.05%
5 V excitation	0.05%
10 V excitation	0.1%

Gain drift: 10 ppm/°C max

Offset drift	0.5 μV/V per °C
Excitation	0.5 μV/V per °C
3 V excitation	0.5 μV/V per °C
10 V excitation	0.5 μV/V per °C

### Safety

#### Safety Voltages

Connect only voltages that are within these limits.

Between any two terminals: ±30 V max

#### Isolation

Channel-to-channel	No isolation between channels
Channel-to-earth ground	60 VDC, Measurement Category I
Channel-to-channel	1000 V, withstand by 5 s
Withstand	dielectric withstand test

### Excitation Voltages

Although the sensor industry does not recognize a single standard excitation voltage level, excitation voltage levels of between 2.5 and 10 V are common. You can program the USB-9237 to supply 2.5, 3, 3.3, 5, or 10 V of excitation voltage, and the module can provide up to 100 mW of excitation power. Unless you supply external excitation voltage, the module automatically reduces internal excitation voltage to a value that keeps the total current below 150 mA. The USB-9237 automatically reduces internal excitation voltages as needed to stay below 150 mW.

The power consumed by a single bridge is

$$P = \frac{V^2}{R}$$

where  $P$  is the total resistance of the bridge.

For a full bridge,  $R$  is equal to the resistance of each element. For a half or quarter bridge,  $R$  is equal to two times the resistance of each element.

With the 150 mW limit, you can power full and half bridges as follows:

- Four 350 Ω half bridges at 5.0 V
- Four 350 Ω full bridges at 3.3 V
- Four 120 Ω half bridges at 2.5 V

If you need an excitation voltage greater than 150 mW, use the four-position external excitation voltage connector to connect an external excitation source to the USB-9237.

### Channel Signal Names

Label (Digital Module Plug and Play)	Pin	Signal	Signal Description
Excitation	1	Exc	Excitation
Excitation	2	Exc	Excitation
Excitation	3	Exc	Excitation
Excitation	4	Exc	Excitation
Excitation	5	Exc	Excitation
Excitation	6	Exc	Excitation
Excitation	7	Exc	Excitation
Excitation	8	Exc	Excitation
Excitation	9	Exc	Excitation
Excitation	10	Exc	Excitation
Excitation	11	Exc	Excitation
Excitation	12	Exc	Excitation
Excitation	13	Exc	Excitation
Excitation	14	Exc	Excitation
Excitation	15	Exc	Excitation
Excitation	16	Exc	Excitation
Excitation	17	Exc	Excitation
Excitation	18	Exc	Excitation
Excitation	19	Exc	Excitation
Excitation	20	Exc	Excitation
Excitation	21	Exc	Excitation
Excitation	22	Exc	Excitation
Excitation	23	Exc	Excitation
Excitation	24	Exc	Excitation
Excitation	25	Exc	Excitation
Excitation	26	Exc	Excitation
Excitation	27	Exc	Excitation
Excitation	28	Exc	Excitation
Excitation	29	Exc	Excitation
Excitation	30	Exc	Excitation
Excitation	31	Exc	Excitation
Excitation	32	Exc	Excitation
Excitation	33	Exc	Excitation
Excitation	34	Exc	Excitation
Excitation	35	Exc	Excitation
Excitation	36	Exc	Excitation
Excitation	37	Exc	Excitation
Excitation	38	Exc	Excitation
Excitation	39	Exc	Excitation
Excitation	40	Exc	Excitation
Excitation	41	Exc	Excitation
Excitation	42	Exc	Excitation
Excitation	43	Exc	Excitation
Excitation	44	Exc	Excitation
Excitation	45	Exc	Excitation
Excitation	46	Exc	Excitation
Excitation	47	Exc	Excitation
Excitation	48	Exc	Excitation
Excitation	49	Exc	Excitation
Excitation	50	Exc	Excitation
Excitation	51	Exc	Excitation
Excitation	52	Exc	Excitation
Excitation	53	Exc	Excitation
Excitation	54	Exc	Excitation
Excitation	55	Exc	Excitation
Excitation	56	Exc	Excitation
Excitation	57	Exc	Excitation
Excitation	58	Exc	Excitation
Excitation	59	Exc	Excitation
Excitation	60	Exc	Excitation
Excitation	61	Exc	Excitation
Excitation	62	Exc	Excitation
Excitation	63	Exc	Excitation
Excitation	64	Exc	Excitation
Excitation	65	Exc	Excitation
Excitation	66	Exc	Excitation
Excitation	67	Exc	Excitation
Excitation	68	Exc	Excitation
Excitation	69	Exc	Excitation
Excitation	70	Exc	Excitation
Excitation	71	Exc	Excitation
Excitation	72	Exc	Excitation
Excitation	73	Exc	Excitation
Excitation	74	Exc	Excitation
Excitation	75	Exc	Excitation
Excitation	76	Exc	Excitation
Excitation	77	Exc	Excitation
Excitation	78	Exc	Excitation
Excitation	79	Exc	Excitation
Excitation	80	Exc	Excitation
Excitation	81	Exc	Excitation
Excitation	82	Exc	Excitation
Excitation	83	Exc	Excitation
Excitation	84	Exc	Excitation
Excitation	85	Exc	Excitation
Excitation	86	Exc	Excitation
Excitation	87	Exc	Excitation
Excitation	88	Exc	Excitation
Excitation	89	Exc	Excitation
Excitation	90	Exc	Excitation
Excitation	91	Exc	Excitation
Excitation	92	Exc	Excitation
Excitation	93	Exc	Excitation
Excitation	94	Exc	Excitation
Excitation	95	Exc	Excitation
Excitation	96	Exc	Excitation
Excitation	97	Exc	Excitation
Excitation	98	Exc	Excitation
Excitation	99	Exc	Excitation
Excitation	100	Exc	Excitation

<sup>1</sup>These signals are from the 16-bit 480 conversion rate of the 9237.

BUY ONLINE at [ni.com](http://ni.com) or CALL 800 833 3893 (U.S.)

Fig. D 8. Especificació del mòdul de 4 canals per les galgues extensiomètriques

## **Annex E. Plànols de fabricació**

En aquest Annex es recullen els plànols dels elements constructius dissenyats per a la fabricació de les estructures a escala reduïda.

Els diferents plànols són els següents:

- **Plànol 1.** Columna
- **Plànol 2.** Biga simple
- **Plànol 3.** Biga doble
- **Plànol 4.** Base simple
- **Plànol 5.** Base doble

